

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试用书

# 信息系统项目管理师考试辅导教程（第4版）

希赛教育软考学院 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书是计算机技术与软件专业资格（水平）考试中的信息系统项目管理师级别的考试辅导指定教程。全书内容涵盖了考试大纲规定的所有知识点，对考试大纲规定的内容有重点地进行了细化和深化。阅读本书，就相当于阅读了一本详细的、带有知识注释的考试大纲。准备考试的人员可通过阅读本书掌握考试大纲规定的知识，掌握考试的重点和难点，熟悉考试方法、试题形式、试题的深度和广度、内容的分布，以及解答问题的方法和技巧等。

本书可作为 IT 项目管理人员的工作手册，并可作为系统分析师、系统架构设计师考试的参考用书，也可作为软件设计师、数据库系统工程师和信息系统监理师技能进阶的学习用书，还可作为计算机专业教师的教学参考书。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有，侵权必究。

## 图书在版编目（CIP）数据

信息系统项目管理师考试辅导教程 / 希赛教育软考学院主编. —4 版. —北京：电子工业出版社，2018.5  
全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试用书  
ISBN 978-7-121-34005-5

I. ①信… II. ①希… III. ①信息系统—项目管理—资格考试—自学参考资料 IV. ①G202

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2018）第 070380 号

策划编辑：孙学瑛

责任编辑：汪达文

印 刷：三河市良远印务有限公司

装 订：三河市良远印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开 本：787×1092 1/16 印张：38.25 字数：840 千字

版 次：2005 年 9 月第 1 版

2018 年 5 月第 4 版

印 次：2018 年 5 月第 1 次印刷

印 数：3000 册 定价：118.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 [zltts@phei.com.cn](mailto:zltts@phei.com.cn)，盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

本书咨询联系方式：（010）51260888-819，[faq@phei.com.cn](mailto:faq@phei.com.cn)。

# 前 言

全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试是由国家人力资源和社会保障部、工业和信息化部组织和领导的国家级考试，具有很高的权威性，但这同时也决定了其考试范围的广度和深度都比较大，使许多考生在复习和准备上都遇到了很多的难题。为帮助广大考生顺利通过考试，希赛教育组织编写了本书。

## 内容超值，针对性强

由于考试大纲规定的考试知识点体系庞大，对考生而言，要学习的内容很多。为此，希赛教育软考学院组织有关专家对考试大纲进行了深入分析，在此基础上编写了本书，以作为计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试中的信息系统项目管理师级别的考试辅导教材。

本书根据信息系统项目管理师的考试大纲编写而成，内容紧扣大纲，全面实用。本书在组织和写作上，倾注了作者们的许多精力和心血，相信能对考生提高通过率及有效地完成“考试过关”提供帮助。考生可通过阅读本书，迅速掌握考试所涉及的知识点，全面梳理和系统学习考试大纲中的内容。

## 作者权威，阵容强大

希赛教育专业从事人才培养、教育产品开发、教育图书出版，在职业教育方面具有极高的权威性。特别是在在线教育方面稳居国内首位，希赛教育的远程教育模式得到了国家教育部门的认可和推广。

希赛教育软考学院是全国计算机技术与软件专业技术资格（水平）考试的顶级培训机构，拥有近 20 名资深软考辅导专家，负责高级资格的考试大纲制订工作，以及软考辅导教材的编写工作，共组织编写和出版了 100 多本软考教材，内容涵盖初级、中级和高级的各个专业，包括教程系列、辅导系列、考点分析系列、冲刺系列、串讲系列、试题精解系列、疑难解答系列、全程指导系列、案例分析系列、指定参考用书系列、一本

通等 11 个系列的书籍。希赛教育软考学院的专家录制了软考培训视频教程、串讲视频教程、试题讲解视频教程、专题讲解视频教程等 4 个系列的软考视频，希赛教育软考学院的软考教材、软考视频、软考辅导为考生助考、提高通过率做出了不可磨灭的贡献，在软考领域有口皆碑。特别是在高级资格领域，无论是考试教材，还是在线辅导和面授，希赛教育软考学院都独占鳌头。

本书由希赛教育软考学院张友生和王勇主编，参加编写工作的人员有左水林、陈林、周俊均、罗福星、胡钊源、谭远瞻、王群滨、吴军平等。

## 互动讨论，专家答疑

希赛教育软考学院是中国大型的软考在线教育网站，该网站论坛是国内人气很旺的软考社区。在这里读者可以和数十万考生在线交流，讨论有关学习和考试的问题。希赛教育软考学院拥有强大的师资队伍，为读者提供全程的答疑服务，在线解答读者的疑问。

## 在线测试，心中有数

上学吧（[www.shangxueba.com](http://www.shangxueba.com)）在线测试平台为考生准备了在线测试，其中有数十套全真模拟试题和考前密卷，考生可选择任意一套进行测试。在测试完成后系统自动判卷，立即给出分数。

对于考生做错的地方，系统会自动记忆，待考生第 2 次参加测试时可选择“试题复习”。这样系统就会自动显示考生原来做错的试题，供重新测试，以加强记忆。

考生可利用上学吧在线测试平台的在线测试系统检查自己的实际水平，加强考前训练，做到心中有数，考试不慌。

## 诸多帮助，诚挚致谢

在本书的编写过程中参考了许多相关的文献和书籍，编者在此对这些参考文献的作者表示感谢。

感谢电子工业出版社孙学瑛老师，她在本书的策划、选题的申报、写作大纲的确定，以及编辑和出版等方面付出了辛勤的劳动和智慧，给予我们很多的支持和帮助。

感谢参加希赛教育软考学院辅导和培训的学员，正是他们的想法汇成了本书的原动力，他们的意见使本书更加贴近读者。



由于编者水平有限且本书涉及的内容很广，所以书中难免存在错漏和不妥之处，编者诚恳地期望各位专家和读者不吝指正和帮助，对此我们将十分感激。

希赛教育软考学院

2018 年 3 月

轻松注册成为博文视点社区用户（[www.broadview.com.cn](http://www.broadview.com.cn)），扫码直达本书页面。

- **提交勘误：**您对书中内容的修改意见可在 [提交勘误](#) 处提交，若被采纳，将获赠博文视点社区积分（在您购买电子书时，积分可用来抵扣相应金额）。
- **交流互动：**在页面下方 [读者评论](#) 处留下您的疑问或观点，与我们和其他读者一同学习交流。

页面入口：<http://www.broadview.com.cn/34005>



# 目 录

第 1 章 信息系统基础知识 .....	1
1.1 信息系统 .....	1
1.1.1 信息系统的概念 .....	1
1.1.2 信息系统的类型 .....	1
1.2 信息系统建设 .....	2
1.2.1 信息系统的生命周期 .....	2
1.2.2 信息系统的规划原则 .....	3
1.2.3 信息系统的规划方法 .....	3
1.2.4 信息系统的规划工具 .....	4
1.2.5 信息系统的开发方法 .....	5
1.3 首席信息官 CIO .....	7
1.3.1 产生背景 .....	7
1.3.2 能力素质要求 .....	7
1.3.3 主要职责 .....	8
第 2 章 软件工程基础知识 .....	9
2.1 软件需求分析与定义 .....	9
2.1.1 软件需求 .....	10
2.1.2 需求获取 .....	10
2.1.3 需求分析 .....	11
2.1.4 需求验证 .....	11
2.1.5 流行的需求分析方法 .....	11
2.2 软件架构设计 .....	12
2.2.1 软件架构风格 .....	12
2.2.2 软件架构评估 .....	13
2.3 软件设计 .....	15
2.3.1 软件设计的基本原则 .....	15
2.3.2 结构化的设计方法 .....	16

---

2.3.3	面向对象的设计方法 .....	16
2.3.4	设计模式 .....	17
2.4	软件测试 .....	17
2.4.1	测试用例设计 .....	18
2.4.2	软件测试类型和步骤 .....	20
2.4.3	面向对象的软件测试 .....	22
2.4.4	软件调试 .....	23
2.4.5	软件维护 .....	23
2.5	软件开发环境 .....	24
2.6	软件工程过程管理 .....	26
2.6.1	过程管理 .....	26
2.6.2	CMMI .....	26
第 3 章	软件构件与中间件 .....	28
3.1	构件模型及实现 .....	28
3.2	常用构件标准 .....	29
3.2.1	EJB 基础知识 .....	29
3.2.2	COM/DCOM/COM+基础知识 .....	30
3.2.3	CORBA 基础知识 .....	31
3.3	中间件技术 .....	31
3.3.1	中间件的定义 .....	32
3.3.2	中间件的功能 .....	33
3.3.3	中间件的分类 .....	34
3.3.4	中间件技术在集成中的应用 .....	36
3.3.5	中间件的发展趋势 .....	36
第 4 章	面向对象方法 .....	38
4.1	面向对象的基本概念 .....	38
4.1.1	对象与封装 .....	39
4.1.2	类与类库 .....	39
4.1.3	继承与多态 .....	39
4.1.4	消息通信 .....	40
4.1.5	面向对象方法学的优点 .....	40
4.2	UML 概述 .....	41
4.2.1	UML 是什么 .....	41
4.2.2	UML 结构 .....	41

4.2.3 UML 的主要特点 .....	43
4.2.4 UML 的应用领域 .....	43
4.3 UML 的建模机制 .....	44
4.3.1 用例图 .....	44
4.3.2 类图 and 对象图 .....	46
4.3.3 交互图 .....	49
4.3.4 状态图 .....	51
4.3.5 活动图 .....	51
4.3.6 构件图 .....	53
4.3.7 部署图 .....	54
4.3.8 复合结构图 .....	55
4.3.9 包图 .....	55
4.4 面向对象分析 .....	55
4.4.1 OMT 方法简介 .....	55
4.4.2 用 UML 进行分析 .....	57
4.5 面向对象设计 .....	64
4.5.1 Coad/Yourdon 方法 .....	65
4.5.2 Booch 方法 .....	65
4.5.3 Jacobson 方法 .....	66
第 5 章 工作流和业务流程重构 .....	67
5.1 工作流定义 .....	67
5.2 工作流特征 .....	67
5.3 工作流和传统管理软件 .....	68
5.4 业务流程重构 .....	69
第 6 章 计算机网络知识 .....	71
6.1 网络的功能与分类 .....	71
6.2 网络协议与标准 .....	73
6.2.1 OSI 网络层次模型 .....	73
6.2.2 局域网协议 .....	79
6.2.3 广域网协议 .....	82
6.2.4 因特网协议 .....	84
6.3 网络结构与通信 .....	87
6.3.1 总线型拓扑结构 .....	87
6.3.2 星形拓扑结构 .....	87

---

6.3.3	环形拓扑结构 .....	88
6.3.4	其他拓扑结构 .....	89
6.3.5	拓扑结构的选择 .....	90
6.4	Internet 和 Intranet 基础 .....	90
6.4.1	IPv6 .....	90
6.4.2	Intranet 基础 .....	91
6.5	网络设备 .....	91
6.5.1	中继器 (Repeater)、集线器 .....	91
6.5.2	网桥 (Bridge) .....	92
6.5.3	路由器 (Router) .....	92
6.5.4	网关 (gateway) .....	92
6.5.5	交换机 (Switching) .....	92
6.6	网络交换技术 .....	93
6.7	网络存储技术 .....	94
6.7.1	DAS .....	94
6.7.2	NAS .....	94
6.7.3	SAN .....	95
6.8	网络接入技术 .....	96
6.8.1	xDSL 接入 .....	97
6.8.2	HFC 接入 .....	98
6.8.3	高速以太网接入 .....	99
6.8.4	DDN 接入 .....	100
6.9	无线网络技术 .....	101
6.9.1	WiMax .....	101
6.9.2	CDMA 2000 .....	103
6.9.3	WCDMA .....	104
6.9.4	TD-SCDMA .....	104
6.9.5	4G .....	104
6.9.6	5G .....	105
6.10	光网络技术 .....	105
6.10.1	接入网用 SDH 系统 .....	105
6.10.2	无源光网络 PON .....	106
6.11	综合布线 .....	107
6.11.1	综合布线概述 .....	107
6.11.2	综合布线系统的组成 .....	108

第7章 云计算	111
7.1 云计算的概念与特点	111
7.2 云计算的应用	112
7.3 基础设施即服务（IaaS）	113
7.4 平台即服务（PaaS）	114
7.5 软件即服务（SaaS）	114
第8章 物联网	116
8.1 物联网的基本概念	116
8.2 物联网的层次结构	116
8.3 物联网的相关领域与技术	118
8.4 物联网的应用	121
第9章 信息化基础知识	123
9.1 信息与信息化	123
9.1.1 信息的定义与特征	123
9.1.2 信息化	124
9.1.3 国家信息化体系	125
9.1.4 两化融合	127
9.2 政府信息化与电子政务	128
9.2.1 政府信息化的概念、作用及意义	128
9.2.2 电子政务的概念、内容和技术形式	129
9.3 信息化的发展与应用	132
9.3.1 人工智能	132
9.3.2 互联网+	133
9.3.3 智能制造	133
9.3.4 中国制造 2025	134
9.3.5 智慧城市	134
9.3.6 商业智能（BI）	135
9.3.7 电子商务	139
9.3.8 大数据	142
9.3.9 移动互联网	143
第10章 信息系统服务管理	145
10.1 信息系统服务业内容	145
10.2 系统集成服务	145

10.3 服务管理的工作流程 .....	146
10.4 信息工程监理 .....	151
<b>第 11 章 信息系统项目管理基础</b> .....	<b>153</b>
11.1 项目及项目管理 .....	153
11.1.1 项目的概念 .....	153
11.1.2 项目的属性 .....	154
11.1.3 项目管理 .....	154
11.2 信息系统项目的管理现状与特点 .....	155
11.2.1 信息系统项目的管理现状 .....	155
11.2.2 信息系统项目的特点 .....	156
11.3 项目管理知识体系 .....	157
11.4 项目管理专业领域 .....	160
11.5 项目管理与运作管理、战略管理的区别和联系 .....	162
11.5.1 项目管理与运作管理 .....	162
11.5.2 项目管理与战略管理 .....	162
11.6 项目管理与其他学科的关系 .....	164
11.7 项目管理师应该具备的技能和素质 .....	164
11.7.1 德：高尚的品德和奉献精神 .....	164
11.7.2 识：思维敏捷的见识和敢于创新的胆识 .....	165
11.7.3 能：组织才能和管理能力 .....	165
11.7.4 知：知识水平和知识结构 .....	166
11.7.5 体：强健的身体和豁达、冷静的性格 .....	167
11.8 项目管理环境 .....	167
<b>第 12 章 项目生命周期和组织</b> .....	<b>169</b>
12.1 项目生命周期 .....	169
12.2 项目干系人和项目团队 .....	172
12.2.1 项目干系人 .....	172
12.2.2 项目团队 .....	173
12.3 项目组织形式 .....	177
12.3.1 职能式项目组织形式 .....	178
12.3.2 项目单列式组织形式 .....	179
12.3.3 矩阵式组织形式 .....	180
<b>第 13 章 项目管理过程</b> .....	<b>185</b>
13.1 项目过程及其工作阶段的划分 .....	185
13.1.1 过程的定义 .....	185

13.1.2	一般项目的阶段划分过程	187
13.1.3	过程管理	187
13.2	项目管理过程及其阶段划分	188
13.2.1	项目管理过程概述	188
13.2.2	项目管理知识领域	189
13.2.3	项目管理过程及其阶段或活动	190
13.2.4	项目管理过程组	191
13.2.5	项目管理过程组之间的相互关系和相互作用	201
13.2.6	项目管理过程组内部过程之间的相互关系和相互作用	206
13.2.7	项目管理过程图解	206
13.3	项目管理具体过程的描述	207
13.3.1	项目管理具体过程的描述方法	207
13.3.2	项目管理具体过程的描述	208
13.4	项目管理过程的具体选择和运用	210
第 14 章	项目立项与招投标管理	213
14.1	项目的机会选择	213
14.2	可行性分析及可行性分析报告	214
14.2.1	可行性分析	214
14.2.2	可行性分析报告	221
14.3	项目论证与评估	225
14.3.1	项目论证与评估的基本概念	225
14.3.2	项目可行性报告的真实性的评估	226
14.3.3	项目可行性报告的客观性的评估	227
14.3.4	项目评估报告	228
14.4	项目招投标流程及管理	229
14.4.1	招标	229
14.4.2	投标	230
14.4.3	开标、评标和中标	231
第 15 章	项目整体管理	233
15.1	项目整体管理概述	233
15.2	项目章程的作用及制订	234
15.2.1	项目章程的作用	234
15.2.2	项目章程的制订	235



15.3 项目管理计划的制订 .....	237
15.3.1 项目管理计划的作用 .....	238
15.3.2 项目管理计划的内容 .....	238
15.4 整体变更控制 .....	239
15.4.1 基线与变更申请 .....	240
15.4.2 变更评审 .....	241
15.4.3 变更分派 .....	243
15.4.4 变更实施 .....	243
15.4.5 变更验证 .....	244
15.5 项目收尾 .....	244
15.5.1 项目验收 .....	245
15.5.2 项目后评价 .....	247
<b>第 16 章 项目范围管理</b> .....	<b>250</b>
16.1 规划范围管理 .....	252
16.2 定义范围 .....	253
16.2.1 范围边界 .....	254
16.2.2 产品范围和项目范围 .....	255
16.2.3 主要可交付成果 .....	256
16.2.4 定义范围的输出 .....	257
16.3 创建工作分解结构 .....	259
16.3.1 工作分解结构的作用 .....	259
16.3.2 工作分解结构的层次 .....	261
16.3.3 分解参考的原则 .....	262
16.3.4 创建工作分解结构 .....	265
16.3.5 项目分解结构工作过程 .....	268
16.4 确认范围 .....	269
16.5 控制范围 .....	271
16.5.1 范围变更请求 .....	272
16.5.2 范围变更的冲击 .....	273
16.5.3 实现范围变更 .....	275
<b>第 17 章 进度管理</b> .....	<b>277</b>
17.1 影响进度的主要因素 .....	277
17.2 进度管理的工具和技术 .....	281
17.2.1 工作量和工期的估计 .....	281

17.2.2	项目计划编排方法和技术	283
17.3	项目进度控制的基本程序和主要措施	292
17.3.1	项目进度控制的工作要点	292
17.3.2	项目进度控制措施	293
17.3.3	几种常见的项目进展报告	296
17.3.4	比较分析	299
17.4	控制进度的概念、原则和一般步骤	304
17.4.1	控制进度的概念和原则	304
17.4.2	控制进度的步骤	305
17.5	信息系统工程进度控制的目标与范围	307
17.5.1	信息系统工程进度控制的目标	307
17.5.2	信息系统工程进度控制的范围	307
第 18 章	项目成本管理	309
18.1	项目成本管理的原理和术语	309
18.2	项目成本估算	312
18.2.1	信息系统项目成本估算的困难和常见错误	312
18.2.2	自顶向下的估算	315
18.2.3	自底向上的估算	316
18.2.4	估算中的协商	317
18.2.5	最小、最大和最有可能的估算	318
18.2.6	按照阶段的估算	319
18.2.7	估算的依据	321
18.3	项目成本预算	321
18.3.1	直接成本和间接成本	321
18.3.2	零基准预算	324
18.3.3	购买还是自己制作	324
18.3.4	累加预算成本	325
18.4	项目成本控制	326
18.4.1	实际成本	327
18.4.2	成本偏差和挣值法	328
18.4.3	控制成本	331
18.4.4	项目完成成本再预测	333
第 19 章	项目质量管理	336
19.1	项目质量管理机制	336
19.1.1	项目质量管理概述	336

---

19.1.2	规划质量管理 .....	338
19.1.3	实施质量保证 .....	340
19.1.4	控制质量 .....	341
19.2	质量管理基础知识 .....	342
19.2.1	质量管理基本概念 .....	342
19.2.2	质量管理主要流派与质量管理组织 .....	344
19.2.3	质量管理与项目管理 .....	351
19.3	项目质量管理工具与技术 .....	353
19.3.1	配置管理 .....	353
19.3.2	软件测试技术 .....	354
19.3.3	帕累托分析 .....	356
19.3.4	其他质量管理工具 .....	357
19.4	如何提高信息系统项目质量 .....	357
19.4.1	强有力的领导 .....	357
19.4.2	建立组织级项目管理体系 .....	358
19.4.3	建立组织级质量管理体系 .....	360
19.4.4	建立项目级激励制度 .....	361
19.4.5	理解质量成本 .....	362
19.4.6	提高项目文档质量 .....	362
19.4.7	发展和遵从成熟度模型 .....	363
19.5	项目案例分析 .....	363
19.6	软件质量属性 .....	364
19.7	小结 .....	365
第 20 章	项目人力资源管理 .....	366
20.1	规划人力资源管理 .....	366
20.2	组建项目团队 .....	370
20.3	建设项目团队 .....	371
20.3.1	培训 .....	372
20.3.2	团队建设活动 .....	372
20.3.3	奖励与表彰制度 .....	374
20.3.4	人际关系技能 .....	374
20.3.5	基本规则 .....	375
20.3.6	集中办公 .....	375
20.3.7	人事测评工具 .....	375

20.4 激励理论 .....	375
20.4.1 马斯洛需求层次理论 .....	375
20.4.2 赫兹伯格的双因素激励理论 .....	376
20.4.3 期望理论 .....	377
20.4.4 X理论和Y理论 .....	377
<b>第21章 项目沟通管理 .....</b>	<b>378</b>
21.1 项目沟通管理概述 .....	378
21.1.1 规划沟通管理 .....	379
21.1.2 管理沟通 .....	381
21.2 沟通的基本原理 .....	381
21.2.1 沟通的重要性 .....	381
21.2.2 沟通模型 .....	382
21.2.3 沟通渠道、沟通方法、沟通类型与沟通障碍 .....	383
21.2.4 项目经理在沟通中的作用 .....	385
21.2.5 保证团队沟通顺畅的六点措施 .....	385
21.3 项目沟通管理机制 .....	386
21.3.1 报告绩效 .....	386
21.3.2 项目干系人管理与项目客户关系管理 .....	388
21.4 如何改进项目沟通 .....	390
21.4.1 使用项目管理信息系统（PMIS）辅助沟通 .....	390
21.4.2 建立沟通基础结构 .....	391
21.4.3 使用项目沟通模板 .....	391
21.4.4 把握项目沟通基本原则 .....	393
21.4.5 发展更好的沟通技能 .....	393
21.4.6 认识和把握人际沟通风格 .....	394
21.4.7 进行良好的冲突管理 .....	394
21.4.8 召开高效的会议 .....	395
21.5 项目案例分析 .....	396
21.6 小结 .....	397
<b>第22章 项目干系人管理 .....</b>	<b>398</b>
22.1 识别干系人 .....	400
22.2 规划干系人管理 .....	400
22.3 管理干系人参与 .....	400
22.4 控制干系人参与 .....	401

第 23 章 项目风险管理	402
23.1 风险概述	402
23.1.1 风险定义	402
23.1.2 风险属性	404
23.1.3 风险管理	405
23.2 规划风险管理	405
23.3 识别风险	408
23.4 实施定性风险分析	409
23.5 实施定量风险分析	411
23.6 规划风险应对	412
23.7 控制风险	413
23.8 小结	415
第 24 章 项目采购和合同管理	416
24.1 规划采购管理	416
24.1.1 规划采购管理的输入	416
24.1.2 采购计划的编制工具和技术	418
24.1.3 采购计划的输出	419
24.2 实施采购	419
24.3 控制采购	420
24.4 合同编制	421
24.5 招标	422
24.5.1 招标的输入	422
24.5.2 招标的工具和技术	423
24.5.3 招标的输出	423
24.6 供方选择	423
24.6.1 供方选择的输入	424
24.6.2 供方选择的工具和技术	424
24.6.3 供方选择的输出	425
24.7 合同管理	426
24.7.1 合同管理的输入	427
24.7.2 合同管理的工具和技术	427
24.7.3 合同管理的输出	428
24.8 合同收尾	428
24.8.1 合同收尾的输入	428
24.8.2 合同收尾的工具和技术	429

24.8.3 合同收尾的输出 .....	429
24.9 外包管理 .....	429
<b>第 25 章 文档和配置管理 .....</b>	<b>431</b>
25.1 信息系统文档 .....	431
25.1.1 信息系统文档的种类 .....	431
25.1.2 信息系统文档的特点 .....	431
25.2 配置管理的基本概念 .....	432
25.2.1 配置项 .....	432
25.2.2 配置管理 .....	432
25.2.3 配置管理的意义 .....	433
25.3 配置管理过程 .....	434
25.3.1 配置管理中的角色和分工 .....	434
25.3.2 配置管理流程 .....	435
25.3.3 配置管理计划 .....	436
25.4 配置管理中的活动 .....	437
25.4.1 配置标志 .....	437
25.4.2 版本控制 .....	440
25.4.3 变更控制 .....	441
25.4.4 构造管理 .....	448
25.4.5 状态报告 .....	449
25.4.6 配置审核 .....	451
25.5 配置管理的团队支持 .....	452
25.5.1 大型信息系统项目的特点 .....	452
25.5.2 信息系统项目中的配置管理的实施 .....	452
25.5.3 工作视图 .....	453
<b>第 26 章 战略管理 .....</b>	<b>456</b>
26.1 战略的概念 .....	456
26.2 战略的构成要素 .....	457
26.3 项目管理与战略管理的关系 .....	458
26.4 项目管理中的战略管理 .....	459
26.5 战略制订 .....	459
26.6 战略执行 .....	463
26.7 战略监控和评估 .....	464
26.8 组织战略层次 .....	465

第 27 章 信息工程监理 .....	466
27.1 信息工程监理基本知识 .....	466
27.1.1 监理工作的内容 .....	466
27.1.2 项目监理范围 .....	466
27.1.3 监理的分类 .....	467
27.1.4 实施全过程监理的一般工作内容 .....	467
27.1.5 监理的依据 .....	469
27.2 监理的基本方法和工作流程 .....	469
27.2.1 监理工作的流程 .....	469
27.2.2 监理规划 .....	470
27.2.3 监理细则 .....	472
27.3 监理组织机构及监理工程师 .....	473
27.3.1 监理组织机构的建立 .....	474
27.3.2 项目监理的组织形式 .....	474
27.3.3 监理组织的人员结构及其基本职责 .....	475
27.3.4 监理工程师 .....	479
27.4 监理中的投资、进度、质量和变更控制 .....	480
27.4.1 投资控制 .....	480
27.4.2 进度控制 .....	481
27.4.3 质量控制 .....	483
27.4.4 变更控制 .....	485
27.5 监理中的合同管理、信息管理和安全管理 .....	487
27.5.1 合同管理 .....	487
27.5.2 信息管理 .....	488
27.5.3 安全管理 .....	489
27.6 监理中的组织协调 .....	492
27.7 信息网络系统工程的监理 .....	493
27.7.1 建设内容 .....	493
27.7.2 监理重点 .....	493
27.8 信息应用系统工程的监理 .....	494
27.9 监理文件 .....	495
27.10 主要监理法规 .....	498
27.10.1 信息工程监理暂行规定 .....	498
27.10.2 信息工程监理工程师资格管理办法 .....	501
27.10.3 信息工程监理单位资质管理办法 .....	503

第 28 章 项目集管理 .....	506
28.1 项目集管理概念 .....	506
28.1.1 项目集与项目集管理 .....	506
28.1.2 项目组合管理、项目集管理、项目管理及组织级项目的关系 .....	507
28.1.3 项目集管理、运营管理及组织级战略的关系 .....	508
28.1.4 项目集经理技能与能力 .....	509
28.2 项目集战略一致性 .....	510
28.2.1 项目集与组织战略的一致性 .....	510
28.2.2 项目集路线图 .....	510
28.2.3 环境评估 .....	511
28.3 项目集治理 .....	511
28.3.1 项目集治理委员会 .....	511
28.3.2 项目集治理委员会职责 .....	512
28.3.3 项目集组件治理 .....	512
28.3.4 支持项目集治理的其他活动 .....	513
28.4 项目集生命周期管理 .....	514
28.4.1 项目集定义阶段 .....	514
28.4.2 项目集收益交付阶段 .....	514
28.4.3 项目集收尾阶段 .....	515
第 29 章 信息系统测试管理 .....	516
29.1 测试模型 .....	516
29.1.1 V 模型 .....	516
29.1.2 W 模型 .....	517
29.1.3 H 模型 .....	517
29.1.4 X 模型 .....	517
29.1.5 前置测试模型 .....	519
29.2 测试分类 .....	519
29.2.1 按照开发阶段划分 .....	519
29.2.2 按照测试实施组织划分 .....	521
29.2.3 按照测试技术划分 .....	523
29.2.4 按照测试执行方式划分 .....	523
29.2.5 按照测试对象类型划分 .....	524
29.2.6 按照质量属性划分 .....	530
29.2.7 按照测试地域划分 .....	537



29.3	软件测试技术	537
29.3.1	黑盒测试法	537
29.3.2	白盒测试法	546
29.4	测试管理	550
29.4.1	测试管理概述	550
29.4.2	测试管理的内容	550
29.4.3	测试监控	550
29.4.4	配置管理	551
29.4.5	测试风险管理	552
29.4.6	测试人员的绩效考核	552
第 30 章	信息安全知识	555
30.1	信息系统安全策略	555
30.1.1	信息安全策略的概念	555
30.1.2	建立安全策略注意事项	556
30.1.3	安全策略设计原则	558
30.1.4	信息安全方案	559
30.2	信息安全系统工程	559
30.2.1	信息安全系统工程概述	559
30.2.2	信息安全系统	560
30.2.3	信息安全系统架构体系	562
30.2.4	信息安全系统的工程基础	563
30.2.5	信息安全系统工程体系结构	563
30.2.6	ISSE-CMM 的体系结构	564
30.2.7	ISSE-CMM 的过程能力水平	566
30.2.8	ISSE-CMM 的应用	567
30.3	PKI 公开密钥基础设施	568
30.3.1	PKI 的概述	568
30.3.2	基于 X.509 的 PKI	568
30.3.3	数字证书	569
30.3.4	PKI 证书的作用	572
30.3.5	信任模型	574
30.3.6	PKI/CA 应用	577
30.3.7	PMI 与 PKI	577
30.4	访问控制	579
30.4.1	访问控制技术	579

---

30.4.2	身份认证技术 .....	580
30.4.3	网络安全访问控制 .....	580
30.5	安全审计与分布式审计 .....	582
30.5.1	安全审计概述 .....	582
30.5.2	建立安全审计系统 .....	584
30.5.3	分布式审计系统 .....	586
参考文献	.....	588

# 第 1 章 信息系统基础知识

根据考试大纲，本章要求考生掌握以下知识点。

**(1) 信息系统。**包括信息系统的概念、信息系统的功能、信息系统的类型和信息系统的发展。

**(2) 信息系统建设。**包括信息系统建设的复杂性、信息系统的生命周期（各阶段目标及其主要工作内容）、信息系统建设的原则和信息系统开发方法。

## 1.1 信息系统

### 1.1.1 信息系统的概念

信息系统（Information System）一般泛指收集、存储、处理和传播各种信息的具有完整功能的集合体。在这里，信息系统并没有强调收集、存储、处理和传播信息所用的工具。作为一般意义上的信息系统，在任何时代、任何社会都会存在，然而，只有到了今天，信息系统的概念才被创造出来，并得到相当程度的普及。这是因为，在当今社会，信息系统总是与计算机技术和因特网技术的应用联系在一起的，因此，现代的信息系统总是指以计算机为信息处理工具，以网络为信息传输手段的信息系统。

### 1.1.2 信息系统的类型

当今的信息系统，由于其广泛的应用，已经发展成为一个极为庞大的家族，而且几乎每个信息系统的内部构成都非常复杂。为了充分认识信息系统，有必要对其进行分类。但是，如何进行分类，并不是一个简单的问题。目前对于信息系统有很多的分类方法：如从计算机应用的角度，可以分成人工信息系统和基于计算机的信息系统；从独立性的角度，可以分成独立信息系统和综合信息系统；从处理方式的角度，可以分成批处理信息系统和联机处理信息系统等；从用途类型来分，可以分为电子商务系统、事务处理系统、管理信息系统、生产制造系统、电子政务系统、决策支持系统等。

## 1.2 信息系统建设

### 1.2.1 信息系统的生命周期

信息系统与其他事物一样，也要经历产生、发展、成熟和消亡的过程。我们把信息系统从产生到消亡的整个过程称为信息系统的生命周期。

一般来说，信息系统的生命周期分为5个阶段，即系统规划阶段、系统分析阶段、系统设计阶段、系统实施阶段和系统运行和维护阶段。

#### 1. 系统规划阶段

本阶段主要任务是对系统状况进行初步调查，根据组织目标和发展战略来确定信息系统的发展战略，分析和预测新系统的需求，进行必要性和可行性的研究。本阶段两个重要输出是可行性研究报告和系统设计任务书。其中系统设计任务书应该包括新系统的建设方案和实施计划。

#### 2. 系统的分析阶段

系统分析阶段的目标是为系统设计阶段提供系统的逻辑模型。所以这个阶段也称为逻辑设计阶段。

系统分析阶段以企业的业务流程分析为基础，规划即将建设的信息系统的基本架构，它是企业的管理流程和信息流程的交汇点。

系统分析的内容主要应包括组织结构及功能分析、业务流程分析、数据和数据流程分析、系统初步方案等。

系统分析阶段是信息系统建设与一般工程建设的重要区别所在，是整个系统建设的关键阶段。

#### 3. 系统设计阶段

系统设计阶段是根据系统分析的结果，设计出信息系统的实施方案。系统设计的主要内容包括系统架构设计、数据库设计、处理流程设计、功能模块设计、安全控制方案设计、系统组织和队伍设计、系统管理流程设计等。本阶段可以划分为总体设计（概要设计）和详细设计两个子阶段。本阶段的主要输出是系统设计说明书。

#### 4. 系统实施阶段

系统实施阶段是将设计阶段的结果在计算机和网络上具体实现，也就是将设计文本变成能在计算机上运行的软件系统。设备购置、安装调试、程序编写、人员培训、数据文件转换、系统调试与转换等都在这个阶段同步展开。由于系统实施阶段是对以前的全部工作的检验，因此，系统实施阶段用户的参与特别重要。如果说在系统设计阶段以前，用户处于辅助地位的话，而到了系统实施阶段以后，用户就应逐步变为系统的主导

地位。

### 5. 系统运行与维护阶段

当信息系统通过验收,正式移交给用户以后,系统就进入了运行与维护阶段。一般来说,一个性能良好的系统,运行过程中会较少出现故障,即使出现故障,也较容易排除;而那些性能较差的系统,运行过程中会故障不断,而且可能会出现致命性故障,有时故障会导致系统瘫痪。可见,长时间的运行是检验系统质量的试金石。

另外,要保障信息系统正常运行,一项不可缺少的工作就是系统维护。在软件工程中,把维护分为4种类型,即排错性维护、适应性维护、完善性维护和预防性维护。一般在系统运行初期,排错性维护和适应性维护比较多,而到后来,完善性维护和预防性维护就会比较多。

## 1.2.2 信息系统的规划原则

由于信息系统(战略)规划关注如何通过信息系统来支撑业务流程的运作,进而实现企业的关键业务目标,特别是大型信息系统自身规模庞大、跨地域广,网络结构复杂、业务种类多、数据流大和用户多的特点,决定了信息系统的规划需要遵循以下原则。

- (1) 规划要支持企业的战略目标。
- (2) 规划整体上着眼于高层管理,兼顾各管理层和业务层需求。
- (3) 规划中各级信息系统结构合理,要有整体性和一致性。
- (4) 信息系统要有良好的适应性,能适应企业组织结构和管理体制的改变,弱化信息系统对组织机构的依从性。
- (5) 实施便捷。不能让实施过于复杂。

## 1.2.3 信息系统的规划方法

企业信息系统对于企业信息化的重要意义是不言而喻的。在企业的发展过程中,人们花费了很多时间与金钱来建设大量的信息系统,这些信息系统本应服务于企业战略目标。但通过长期发展我们会发现,建设的信息系统越多,“信息孤岛”情况越严重,为什么会这样呢?因为这些系统在建设之前,缺乏统一规划。常用的信息系统规划方法包括企业系统规划方法BSP、战略数据规划方法、关键成功因素方法CSF和战略集合转化法SST等,本文重点介绍BSP方法。

### 1. 企业系统规划方法

企业系统规划方法(Business System Planning, BSP)最早是由IBM公司于20世纪70年代研制并使用的一种企业信息系统开发的方法。虽然40多年的时间过去了,但是,这种方法对于今天我国企业信息系统建设仍然具有一定的指导意义。

BSP 方法是企业战略数据规划方法和信息工程方法的基础和，也就是说，后两种方法是在 BSP 方法的基础上发展起来的，可见，了解并掌握 BSP 方法对于全面掌握信息系统开发方法是有帮助的。BSP 方法的目标是提供一个信息系统规划，用以支持企业短期的和长期的信息需求。

## 2. BSP 法的工作步骤

用企业系统规划法制定规划是一项系统工程，其主要的工作步骤如下所示。

**(1) 准备工作。**成立由最高领导牵头的委员会，建立规划研究组，并提出工作计划。

**(2) 调研。**规划组成员通过查阅资料，深入各级管理层，了解企业有关决策过程、组织职能和部门的主要活动以及存在的主要问题。

**(3) 定义业务过程（又称企业过程或管理功能组）。**定义业务过程是系统规划方法的核心。业务过程指的是企业管理中必要且逻辑上相关的、为了完成某种管理功能的一组活动。

**(4) 业务过程重组。**业务过程重组是在业务过程定义的基础上，找出哪些过程是正确的，哪些过程是低效的，需要在信息技术支持下进行优化处理，还有哪些过程不适合采用计算机信息处理，应当取消。

**(5) 定义数据类。**数据类是指支持业务过程所必需的逻辑上相关的数据。对数据进行分类是按业务过程进行的，即分别从各项业务过程的角度将与该业务过程有关的输入数据和输出数据按逻辑相关性整理出来归纳成数据类。

**(6) 定义信息系统总体结构。**定义信息系统总体结构的目的是刻画未来信息系统的框架和相应的数据类。其主要工作是划分子系统，具体实现可利用 U / C 矩阵。

**(7) 确定总体结构中的优先顺序。**即对信息系统总体结构中的子系统按先后顺序排出开发计划。

**(8) 完成 BSP 研究报告，提出建议书和开发计划。**

## 1.2.4 信息系统的规划工具

在使用 BSP 方法做企业系统规划时，离不开 UC 矩阵这个工具。

UC 矩阵是 BSP 方法（企业系统规划法）将过程和数据类两者作为定义企业信息系统总体结构的基础，具体做法是利用过程/数据矩阵，即 UC 矩阵，来表达两者之间的关系。矩阵中的行表示过程，列表示数据类，并以字母 U（Use）和 C（Creat）来表示过程对数据类的使用和产生。通过 UC 矩阵，可以轻易地划分出子系统，也可进行数据分析，且能检查数据和业务功能的匹配情况。

PERT 和甘特图法可以用于系统规划制定计划。

调查表和调查提纲可以用于访谈搜集需求。

会谈和正式会议的方法可以在确定各部门、各层级管理人员的需求和梳理流程时使用。

### 1.2.5 信息系统的开发方法

信息系统运行得是否成功,能否取得经济效益和社会效益。原因可能很复杂,但有一个原因是十分重要和关键的,那就是信息系统的开发方法问题。

我们知道,信息系统是一个极为复杂的人-机系统,它不仅包含计算机技术、通信技术,以及其他的工程技术,而且,它还是一个复杂的管理系统,还需要管理理论和方法的支持。下面简单介绍几种最常用的信息系统开发方法。

#### 1. 结构化方法

结构化方法是由结构化分析(Structured Analysis, SA)、结构化设计(Structured Design, SD)和结构化程序设计(Structured Programming, SP)三部分有机结合组成的一种信息系统开发方法。它是一种面向数据流的开发方法。结构化方法总的指导思想是自顶向下、逐步求精。它的基本原则是功能的分解与抽象,它是软件工程中最早出现的开发方法,特别适合于数据处理领域。

结构化方法是目前最成熟、应用范围也较广的信息系统开发方法。由于它是假定被开发的系统是一个结构化的系统,因此,其基本思想是将系统的生命周期划分为系统调查、系统分析、系统设计、系统实施、系统维护等阶段。这种方法遵循系统工程原理,按照事先设计好的程序和步骤,使用一定的开发工具,完成规定的文档,在结构化和模块化的基础上进行信息系统的开发工作。结构化方法的开发过程一般是先把系统功能视为一个大的模块,再根据系统分析设计的要求对其进行进一步的模块分解或组合。

结构化生命周期法主要特点介绍如下。

**(1) 开发目标清晰化。**结构化方法的系统开发遵循“用户第一”的原则,开发中要保持与用户的沟通,取得与用户的共识,这使得信息系统的开发建立在可靠的基础之上。

**(2) 工作阶段程式化。**结构化方法每个阶段的工作内容明确,注重开发过程的控制。每一阶段工作完成后,要根据阶段工作目标和要求进行审查,这使阶段工作有条不紊,也避免为以后的工作留下隐患。

**(3) 开发文档规范化。**结构化方法每一阶段工作完成后,要按照要求完成相应的文档,以保证各个工作阶段的衔接与系统维护工作的便利。

**(4) 设计方法结构化。**结构化方法采用自上而下的结构化、模块化分析与设计方法,使各个子系统间相对独立,便于系统的分析、设计、实现与维护。结构化方法被广泛地应用于不同行业信息系统的开发中,特别适合于那些业务工作比较成熟、定形的系统,如银行、电信、商品零售等行业。

**（5）开发周期长。**正由于结构化开发方法需要严格按照流程一步步进行，所以用户在较长时间内不能得到（甚至无法察觉到）一个实际可行的物理系统。

**（6）难以适应需求变化。**结构化开发方法要求系统分析师在分析阶段就充分掌握和理解用户需求，然而在实际项目中，用户的需求变化是不可避免的，如果持续进行变更可能导致后续的开发过程返工甚至无法进行，从而导致项目失败。因此对于用户需求一开始无法确定，或者变更频繁的项目不适合使用结构化开发方法。

**（7）很少考虑数据结构。**作为一种面向数据流的开发方法，结构化开发方法更注重系统功能的分解与抽象，而对于数据结构的兼顾不多。

## 2. 快速原型法

快速原型法（也称为原型化方法或原型法）是一种根据用户需求，利用系统开发工具，快速地建立一个系统模型并展示给用户，在此基础上与用户交流，最终实现用户需要的信息系统快速开发的方法。在现实生活中，一个大型工程项目建设之前制作的沙盘，以及大型建筑的模型等都与快速原型法有同样的功效。应用快速原型法开发过程包括系统需求分析、系统初步设计、系统调试、系统检测等阶段。用户仅需在系统分析与系统初步设计阶段完成对应用系统的简单描述，开发者在获取一组基本需求定义后，利用开发工具生成应用系统原型，快速建立一个目标应用系统的最初版本，并把它提交给用户试用、评价，根据用户提出的意见和建议进行修改和补充，从而形成新的版本，再返回给用户。通过这样多次反复，使得系统不断地细化和扩充，直到生成一个用户满意的方案为止。

快速原型法具有开发周期短、见效快、与业务人员交流方便的优点，特别适用于那些用户需求模糊，结构性比较差的信息系统的开发。

## 3. 面向对象方法

面向对象方法是对客观世界的一种看法，它把客观世界从概念上看成是一个由相互配合而协作的对象所组成的系统。信息系统开发的面向对象方法的兴起是信息系统发展的必然趋势。数据处理包括数据与处理两部分。但在信息系统的发展过程的初期却是有时偏重这一面，有时偏重那一面。在 20 世纪 70~80 年代，由于偏重数据处理者认识到初期的数据处理工作是计算机相对复杂而数据相对简单。因此，先有结构化程序设计的发展，随后产生面向功能分解的结构化设计与结构化分析。偏重于数据方面人员同时提出了面向数据结构的分析与设计。到了 20 世纪 80 年代，兴起了信息工程方法，使信息系统开发发展到了新的阶段。

信息工程在实际应用中既表现出其优越性的一面，同时也暴露了一些缺点，比如，过于偏重数据，致使应用开发受到影响。而面向对象方法则集成了以前各种方法的优点，避免了各自的一些缺点。

面向对象的分析方法是利用面向对象的信息建模概念，如实体、关系、属性等，同时运用封装、继承、多态等机制来构造模拟现实系统的方法。传统的结构化设计方法的



基本点是面向过程，系统被分解成若干个过程。而面向对象的方法是采用构造模型的观点，在系统的开发过程中，各个步骤的共同的目标是建造一个问题域的模型。在面向对象的设计中，初始元素是对象，然后将具有共同特征的对象归纳成类，组织类之间的等级关系，构造类库。在应用时，在类库中选择相应的类。

面向对象的方法也分阶段，但是其中系统分析、系统设计和系统实现三个阶段间的界限变得不明确。面向对象方法的系统具有更好的复用性。面向对象方法有利于系统开发过程中用户与开发人员的交流沟通，缩短开发周期。

面向对象方法的不足之处在于需要面向对象的技术支持，而且在大型项目开发上有局限性，不能涉足系统分析以前的开发环节。

大型信息系统开发可以将面向对象方法和结构化开发方法结合起来使用。先自顶向下整体划分，在用面向对象方法自底向上地进行开发。

#### 4. 面向服务的方法

面向服务的方法是一种新的系统开发思想，它不拘泥于具体技术实现方式，已经成为信息系统建设的大趋势。

对于跨构件功能的调用，面向对象的方法需要暴露被调用的构件的接口形式。而面向服务的思维方式能是信息系统快速响应需求与环境变化，提高系统可复用性、信息资源共享和系统之间的互操作性，提高信息化建设的效率。

## 1.3 首席信息官 CIO

### 1.3.1 产生背景

现代企业正常运营，要靠物流、资金流和信息流的畅通为基础，与企业信息化进程和企业流程再造密切相关。中国企业纷纷开始设立首席信息官（Chief Information Officer, CIO）这个职位。据统计，截至 2016 年 12 月，60%以上的企业部署了企业信息化系统，提升 13.4%，其中 50.4%、28.2%、25.9%的企业建设使用了办公自动化（OA）系统、企业资源计划（ERP）系统和客户关系管理（CRM）系统。

这说明中国的 IT 应用市场已经彻底走过了大户时代，真正开始走进千千万万的小型企业中去了。不论是传统企业还是高科技企业，进行信息化改造都不是件简单的事，它将涉及企业的方方面面，需要整合各方面的资源，从战略高度进行规划。这就需要企业中有一个高层管理人员专门从事信息系统方面的领导工作，首席信息官这一职位也应运而生。

### 1.3.2 能力素质要求

作为一个企业的 CIO，必须具备以下能力和素质。

**（1）战略思维与规划能力：**对信息化工作进行全局的战略规划和布局、配置企业内外部资源、制定发展目标和工作计划的能力。

**（2）领导力与执行能力：**建立工作团队、指挥和带领团队成员围绕信息化战略目标开展工作、实现信息化发展目标的能力。

**（3）信息技术创新应用能力：**善于利用最新信息技术、提供具有经济价值和社会价值新思想以推动业务创新的能力。

**（4）对行业的深刻理解和对信息技术的洞察力：**深刻理解所在行业的业务、了解信息技术发展趋势并对其带来的机遇和风险做出准确判断的能力。

**（5）沟通与统筹协调能力：**与各方面人士交换意见并获得支持、整合企业内外部资源、协调各方面的关系以促成合作的能力。

### 1.3.3 主要职责

为了当好 CIO 的角色，CIO 必须精通企业本身的业务，也必须充分掌握 IT 技能，还应当是管理方面的能手。只有在以上三方面都有高水准，才能当好以下职责。

**（1）制定企业信息化战略、规划和技术方案。**

CIO 作为企业高层管理人员，必须参与到企业的决策中，所以需要运用自己的 IT 技能优势来对企业的信息化战略、规划和技术方案进行制定。

**（2）实施企业信息化战略、规划和技术方案。**

实施过程包括三方面内容：业务流程再造、项目选型和实施和信息化的教育。CIO 必须全程参与实施。

**（3）开展企业信息化管理与服务。**

这里包括 IT 部门内部的管理工作，以及整个企业的信息化服务。还包括保障信息安全、信息人才队伍建设，健全企业 IT 文化，等等。

## 第 2 章 软件工程基础知识

“软件工程”这个概念最早是在 1968 年召开的一个当时被称为“软件危机”的会议上提出的。自 1968 年以来，该领域已经取得了长足的进步。软件工程的发展已经极大地完善了我们的软件，使我们对软件开发活动也有了更深的理解。

开发一个具有一定规模和复杂性的软件系统和编写一个简单的程序大不一样。其间的差别，如同建造一座大厦和搭一个狗窝的差别。大型的、复杂的软件系统的开发是一项工程，必须按工程学的方法组织软件的生产与管理，必须经过计划、分析、设计、编程、测试、维护等一系列的软件生命周期阶段。这是人们从软件危机中获得的最重要的教益，这一认识促使了软件工程学的诞生。

软件工程学就是研究如何有效地组织和管理软件开发的工程学科。IEEE 在 1983 年将软件工程定义为：软件工程是开发、运行、维护和修复软件的系统方法。

软件工程方法学包含 3 个要素：方法、工具和过程。方法是指完成软件开发的各项任务的技术方法；工具是指为运用方法而提供的软件工程支撑环境；过程是指为获得高质量的软件所需要完成的一系列任务的框架。

根据考试大纲，在软件工程基础知识方面，要求考生掌握以下知识点：

- 软件需求分析与定义；
- 软件设计、测试与维护；
- 软件复用；
- 软件质量保证及质量评价；
- 软件配置管理；
- 软件开发环境；
- 软件过程管理。

本章主要介绍软件需求分析与定义，软件设计、测试与维护，软件质量保证及质量评价，软件配置管理，软件开发环境和软件过程管理方面的知识，有关软件复用的知识将在后文中介绍。

### 2.1 软件需求分析与定义

每天有无数产品诞生，也有无数产品陨落。对于产品陨落，很多时候会谈到一个原

因，没有把握住用户需求，吸引不了用户。软件产品也是一样的，所以我们对需求分析引起高度的重视。

### 2.1.1 软件需求

那么什么是软件需求呢？软件需求就是系统必须完成的事，以及必须具备的品质。具体来说，软件需求包括功能需求、非功能需求和设计约束 3 方面内容。

**（1）功能需求：**是指系统必须完成的那些事，即为了向它的用户提供有用的功能，产品必须执行的动作。

**（2）非功能需求：**是指产品必须具备的属性或品质，如可靠性、性能、响应时间、容错性、扩展性等。

**（3）设计约束：**也称为限制条件、补充规约，这通常是对解决方案的一些约束说明。例如必须采用国有自主知识产权的数据库系统；必须运行在 UNIX 操作系统之下等。

另外，在大量与需求相关的书籍、文章中有一些诸如业务需求、用户需求之类的词语，把很多读者搞得术语混淆，下面我们一起来看看这些概念。

**（1）业务需求（Business Requirement）：**是指反映组织机构或客户对系统、产品高层次的目标要求，通常问题定义本身就是业务需求。

**（2）用户需求（User Requirement）：**是指描述用户使用产品必须要完成什么任务，怎么完成的需求，通常是在问题定义的基础上进行用户访谈、调查，对用户使用的场景进行整理，从而建立从用户角度出发确定的需求。

**（3）系统需求（System Requirement）：**是从系统的角度来说明软件的需求，它包括用特性说明的功能需求、质量属性，以及其他非功能需求，还有设计约束。

也就是说，这分别对应于需求的 3 个不同的层次：从目标到具体；从整体到局部；从概念到细节。

### 2.1.2 需求获取

需求获取可以理解为需求调查与问题定义，这是一件看上去简单，做起来难的事情。在很多人的印象中，需求调查，就是找用户聊聊说说，记个笔记。其实需求调查是否科学，准备是否充分，对调查出来的结果影响很大，这是因为大部分客户无法完整地讲述需求，而且也不可能看到系统的全貌。要想做好需求调查，必须和用户进行全面沟通，进行有效的合作。

获取用户需求的方法包括用户访谈、问卷调查、采样、情节串联板、联合需求计划等，这一方面的内容在后面关于范围管理收集需求的章节里面会进一步展开。

### 2.1.3 需求分析

需求获取是为了收集需求信息，需求分析则是在需求捕获的基础上进行分析、建立模型，然后将其进行规格化形成《软件需求规格说明书》，最后再通过客户和管理层进行验证。

在细化地说明需求分析之前，我们先温习一下分析的定义：所谓分析就是通过对问题域的研究，获得对该领域特性及存在于其中（需要解决）的问题特性的透彻理解并用文档说明。

从上面的定义中，我们可以知道需求分析的关键在于对问题域的研究与理解。为了便于理解问题域，现代软件工程方法所推荐的做法是对问题域进行抽象，将其分解为若干的基本元素，然后对元素之间的关系进行建模。

前面对分析的定义相对比较抽象，不太易于理解，不太容易用来指导具体的操作。其实用更通俗的话来说，需求分析就是提炼、分析和仔细审查已经收集到的需求，以确保所有的涉众都明白其含义并找出其中的错误、遗漏或其他不足的地方。

**使用质量功能调配（QFD）：**这是在需求优先级基础上的一个升华，其原理与满意度/非满意度指标十分接近。它通过将产品特性、属性与对客户的重要性联系起来。

QFD 将需求分为三类：

- (1) 普通需求；
- (2) 期望需求，即如果缺少会让其感到不满意的需求；
- (3) 兴奋需求：实现了客户会感到惊喜，但没有也不会遭到责备。

### 2.1.4 需求验证

实际工作中，我们一般通过需求评审和需求测试的方法来对需求进行验证。需求评审是对 SRS 进行的技术评审，是一项精益求精的技术，目的是排除二义性和不确定性的需求，为项目相关成员提供在需求问题上达成共识的方法。

需求验证所包括的活动是为了确定以下几方面的内容。

- (1) 软件需求规格说明正确描述了预期的系统行为和特征。
- (2) 从系统需求或其他来源中得到软件需求。
- (3) 需求是完整的和高质量的。
- (4) 所有对需求的看法是一致的。
- (5) 需求为继续进行产品设计、构造和测试提供了足够的基础。

### 2.1.5 流行的需求分析方法

需求分析的方法可谓种类繁多，不过如果按照分解的方式不同，可以很容易地划分出几种大类型。我们先从分析方法发展的历史，对其建立一个概要性的认识。

**结构化分析方法（Structured Analysis, SA）：**最初的分析方法都不成体系，而且通常都只包括一些笼统的告诫，在 20 世纪 70 年代分析技术发展的分水岭终于出现了。这时人们开始尝试使用标准化的方法，开发和推出各种名为“结构化分析”的方法论，Tom DeMarco 是这个领域最有代表性和权威性的专家。

**面向对象分析方法（Object Oriented Analysis, OOA）：**在 20 世纪 90 年代，结构化方法的不足在面对多变的商业世界时，显得更加苍白无力，这促使了 OOA 的迅速发展。

下面简单用表 2-1 来对比两种方法进行需求分析的区别。

表 2-1 SA 和 OOA 的需求分析对比表

	SA 结构化分析方法	OOA 面向对象的分析方法
核心	数据字典	运用 OO 方法对问题域进行分析和理解，正确认识其中的事务及它们之间的关系，找出描述问题域和系统功能所需的类和对象，定义它们的熟悉和职责，以及它们之间所形成的各种联系。
模型	数据模型（实体联系图 E-R 图表示） 功能模型（数据流图 DFD 图表示） 行为模型（状态模型，状态转换图 STD 图表示）	用例模型（用例建模） 分析模型（描述系统的基本逻辑结构，暂时对象和类如何组成系统、保持通信和实现系统行为）

## 2.2 软件架构设计

软件架构是描述系统的草图。软件架构描述的对象是直接构成系统的抽象组件。各个组件之间的连接则明确和相对细致地描述组件之间的通信。在实现阶段，这些抽象组件被细化为实际的组件，比如具体某个类或者对象。在面向对象领域中，组件之间通常用接口来实现连接。

软件体系结构是构建计算机软件实践的基础。与建筑师设定建筑项目的设计原则和目标，作为绘图员画图的基础一样，一个软件架构师或者系统架构师陈述软件构架以作为满足不同客户需求的实际系统设计方案的基础

软件架构的根本目的是解决好软件的复用、质量和维护问题。

### 2.2.1 软件架构风格

为了实现架构级的软件复用，即在不同的系统中使用同一个软件架构，就需要统一架构的风格。架构风格定义了一个系统“家族”，即一个架构定义、一个词汇表和一组

约束。相同架构风格下，不同系统中有了共有的结构和语义特性。风格也可以指导如何将各个构件有效地组成一个完整系统。

通用的架构风格包括以下几类。

### 1. 数据流风格

数据流风格的软件架构是一种最常见、结构最为简单的软件架构。这样的架构下，所有的数据按照流的形式在执行过程中前进，不存在结构的反复和重构，就像工厂中的汽车流水线一样，数据就像汽车零部件一样在流水线的各个节点上被加工，最终输出所需要的结果（一部完整的汽车）。在流动过程中，数据经过序列间的数据处理组件进行处理，然后将处理结果向后传送，最后进行输出。数据流风格架构主要包括两种具体的架构风格：批处理序列和管道-过滤器。

### 2. 调用/返回风格

调用/返回风格，顾名思义，就是指在系统中采用了调用与返回机制。调用/返回实际上是一种分而治之的策略，其主要思想是将一个复杂的大系统分解为一些子系统，以便降低复杂度，并且增加可修改性。程序从其执行起点开始执行该构件的代码，程序执行结束，将控制返回给程序调用构件。调用/返回风格架构主要包括三种具体的架构风格：主程序/子程序；面向对象风格；层次结构。

### 3. 独立构件风格

独立构件风格主要强调系统中的每个构件都是相对独立的个体，它们之间不直接通信，以降低耦合度，提升灵活性。独立构件风格主要包括：进程通信和事件系统子风格。

### 4. 虚拟机风格

虚拟机风格的基本思想是人为构建一个运行环境，在这个环境之上，可以解析与运行自定义的一些语言，这样来增加架构的灵活性，虚拟机风格主要包括解释器和规则为中心两种架构风格。

### 5. 仓库风格

在仓库（repository）风格中，有两种不同的构件：中央数据结构说明当前状态，独立构件在中央数据存储上执行，仓库与外构件间的相互作用在系统中会有大的变化。仓库风格包括的子风格有：数据库系统、超文本系统、黑板风格。

## 2.2.2 软件架构评估

研究软件架构的根本目的是解决软件的复用、质量和维护问题，软件架构设计师是软件开发过程中关键的一步，因此需要对其进行评估，在这一活动中，评估人员关注的是系统的质量属性。

正确识别风险点、非风险点、敏感点和权衡点是进行软件架构评价的关键步骤。其中敏感点是实现一个特定质量属性的关键特征，该特征为一个或多个软件构件所共有。系统权衡点会影响一个或多个属性，并对于多个属性来说都是敏感点。例如，“改变加密的级别可能会对安全性和性能都产生显著的影响”正是一个对系统权衡点的描述。

软件体系结构评估方式主要有以下三种。

### 1. 基于调查问卷或检查表的评估方式

调查问卷是一系列可以应用到各种体系结构评估的相关问题，其中有些问题可能涉及体系结构的设计决策；有些问题涉及体系结构的文档；有的问题针对体系结构描述本身的细节问题。检查表中也包含一系列比调查问卷更细节和具体的问题，它们更趋向于考察某些关心的质量属性。

这一评估方式比较自由灵活，可评估多种质量属性，也可以在软件体系结构设计的多个阶段进行。但是由于评估的结果很大程度上来自评估人员的主观推断，因此不同的评估人员可能会产生不同甚至截然相反的结果，而且评估人员对领域的熟悉程度、是否具有丰富的相关经验也成为评估结果是否正确的重要因素。

尽管基于调查问卷与检查表的评估方式相对比较主观，但由于系统相关的人员的经验和知识是评估软件体系结构的重要信息来源，因而它仍然是进行软件体系结构评估的重要途径之一。

### 2. 基于场景的评估方式

基于场景的方式由 SEI 首先提出并应用在体系结构权衡分析方法（ATAM）和软件体系结构分析方法（SAAM）中。这种软件体系结构评估方式分析软件体系结构对场景也就是对系统的使用或修改活动的支持程度，从而判断该体系结构对这一场景所代表的质量需求的满足程度。例如，用一系列对软件的修改来反映易修改性方面的需求，用一系列攻击性操作来代表安全性方面的需求等。

### 3. 基于度量的评估方式

度量是指为软件产品的某一属性所赋予的数值，如代码行数、方法调用层数、构件个数等。传统的度量研究主要针对代码，但近年来也出现了一些针对高层设计的度量，软件体系结构度量即是其中之一。代码度量和代码质量之间存在着重要的联系，类似地，软件体系结构度量应该也能够作为评判质量的重要依据。

赫尔辛基大学提出的基于模式挖掘的面向对象软件体系结构度量技术、Karlskrona 和 Ronneby 提出的基于面向对象度量的软件体系结构可维护性评估、西弗吉尼亚大学提出的软件体系结构度量方法等都在这方面进行了探索，提出了一些可操作的具体方案。我们把这类评估方式称作基于度量的评估方式。



## 2.3 软件设计

从功能上的划分来看,软件设计应该是软件设计师的工作,但作为一名项目经理师,首先自己必须懂得软件设计的基本原则和理论,掌握基本的软件设计方法,具有一定的软件设计经验。

### 2.3.1 软件设计的基本原则

#### 1. 信息隐蔽

在一节不和谐的课堂里,老师叹气道:“要是坐在后排聊天的同学能像中间打牌的同学那么安静,就不会影响到前排睡觉的同学”。

这个故事告诉我们,如果不想让坏事传播开来,就应该把坏事隐藏起来,“家丑不可外扬”就是这个道理。为了尽量避免某个模块的行为去干扰同一系统中的其他模块,在设计模块时就要注意信息隐蔽。应该让模块仅仅公开必须要让外界知道的内容,而隐藏其他一切内容。

在软件设计中同样有信息隐蔽原则。**Parnas** 提出:在概要设计时列出将来可能发生变化的因素,并在模块划分时将这些因素放到个别模块的内部。也就是说,每个模块的实现细节对于其他模块来说是隐蔽的,模块中所包含的信息(包括数据和过程)不允许其他不需要这些信息的模块使用。这样,在将来由于这些因素变化而需修改软件时,只需修改这些个别的模块,其他模块不受影响。信息隐蔽技术不仅提高了软件的可维护性,而且也避免了错误的蔓延,改善了软件的可靠性。现在信息隐蔽原则已成为软件工程学中的一条重要原则。

#### 2. 模块独立性

软件设计中的模块独立性是指软件系统中每个模块只涉及软件要求的具体子功能,而和软件系统中其他的模块接口是简单的。模块独立的概念是模块化、抽象、信息隐蔽和局部化概念的直接结果。

一般采用两个准则度量模块独立性,即模块间耦合和模块内聚。

耦合是模块之间的相对独立性(互相联系的紧密程度)的度量。模块之间的联系越紧密,联系越多,耦合性就越高,而其模块独立性就越弱。

内聚是模块功能强度(一个模块内部各个元素彼此结合的紧密程度)的度量。一个模块内部各个元素之间的联系越紧密,则它的内聚性就越高,相对地,它与其他模块之间的耦合性就会减低,而模块独立性就越强。由此可见,模块独立性比较强的模块应是高内聚低耦合的模块。

**(1) 内聚。**内聚是信息隐蔽功能的自然扩展。内聚的模块在软件过程中完成单一的任务,同程序其他部分执行的过程交互很少,简而言之,内聚模块(理想情况下)应该

只完成一件事。在设计模块时应尽量争取高内聚。

**(2) 耦合。**耦合是程序结构中模块相互关联的度量。耦合取决于各个模块间接口的复杂程度、调用模块的方式，以及哪些信息通过接口。

耦合的强度依赖于以下几个因素：

- 一个模块对另一个模块的调用；
- 一个模块向另一个模块传递的数据量；
- 一个模块施加到另一个模块的控制的多少；
- 模块之间接口的复杂程度。

### 2.3.2 结构化的设计方法

结构化设计方法是基于模块化、自顶向下逐层细化、结构化程序设计等程序设计技术基础上发展起来的，该方法实施的过程如下。

(1) 总结出系统应有的功能，对一个功能，从功能完成的过程考虑，将各个过程列出，标示出过程转向和传递的数据。这样，可以将所有的过程都画出来。

(2) 细化数据流。确定应该记录的数据。

(3) 分析各过程之间的耦合关系，合理地进行模块划分以提高它们之间的内聚性。实际上，对于这个练习，可以使模块具有信息内聚性。

### 2.3.3 面向对象的设计方法

面向对象设计的基本任务，把面向对象分析模型转化为面向对象的设计模型，设计人员必须完成以下任务：设计用例实现方案、设计技术支撑设施、设计用户界面、精化设计模型。

面向对象设计有七大原则。

(1) 单一职责原则 (Single Responsibility Principle)，每一个类应该专注于做一件事情。

(2) 里氏替换原则 (Liskov Substitution Principle)，超类存在的地方，子类是可以替换的。

(3) 依赖倒置原则 (Dependence Inversion Principle)，实现尽量依赖抽象，不依赖具体实现。

(4) 接口隔离原则 (Interface Segregation Principle)，应当为客户端提供尽可能小的单独的接口，而不是提供大的总的接口。

(5) 迪米特法则 (Law Of Demeter)，又叫最少知识原则，一个软件实体应当尽可能少地与其他实体发生相互作用。

(6) 开闭原则 (Open Close Principle)，面向扩展开放，面向修改关闭。

(7) 组合/聚合复用原则 (Composite/Aggregate Reuse Principle, CARP), 尽量使用组合/聚合达到复用, 尽量少用继承。原则是一个类中有另一个类的对象。

### 2.3.4 设计模式

模式是一条由三部分组成的规则, 它表示了一个特定环境、一个问题和一个解决方案之间的关系。每一个模式描述了一个不断重复发生的问题, 以及该问题的解决方案, 这样就能一次又一次地使用该方案而不必做重复劳动。

将设计模式引入软件设计和开发过程的目的在于充分利用已有的软件开发经验。这是因为设计模式通常是对于某一类软件设计问题的可重用的解决方案。

设计模式使得人们可以更加简单和方便地去复用成功的软件设计和体系结构, 从而帮助设计者更快更好地完成系统设计。

设计模式可以根据处理范围分为类模式和对象模式, 也可以根据目的和用途不同分为创建型模式、结构型模式和行为型模式。

## 2.4 软件测试

软件测试是为了发现错误而执行程序的过程, 是根据程序开发阶段的规格说明及程序内部结构而精心设计的一批测试用例 (输入数据及其预期结果的集合), 并利用这些测试用例去运行程序, 以发现程序错误的过程。

从软件开发者的角度出发, 则希望软件测试成为表明软件产品中不存在错误的过程, 验证该软件已正确地实现了用户的要求, 确立人们对软件质量的信心。从用户的角度出发, 普遍希望通过软件测试暴露软件中隐藏的错误和缺陷, 以考虑是否可接受该产品。

应当把“尽早地和不断地进行软件测试”作为软件开发者的座右铭; 测试用例应当由测试输入数据和对应的预期输出结果这两部分组成; 程序员应避免检查自己的程序; 在设计测试用例时, 应包括合理的输入条件和不合理的输入条件; 充分注意测试中的群集现象。经验表明, 测试后程序中残存的错误数目与该程序中已发现的错误数目成正比。严格执行测试计划, 排除测试的随意性; 应当对每一个测试结果做全面检查; 妥善保存测试计划、测试用例、出错统计和最终分析报告, 为软件维护提供方便。

软件测试并不等于程序测试。软件测试应贯穿于软件定义与开发的整个期间。需求分析、概要设计、详细设计, 以及程序编码等各阶段所得到的文档, 包括需求规格说明、概要设计规格说明、详细设计规格说明, 以及源程序, 都应成为软件测试的对象。

## 2.4.1 测试用例设计

测试用例是为特定目标开发的测试输入、执行条件和预期结果的集合。设计测试用例通常有两种常用的测试方法：黑盒测试和白盒测试。

### 1. 黑盒测试

黑盒测试把测试对象看作一个空盒子，不考虑程序的内部逻辑结构和内部特性，只依据程序的需求规格说明书，检查程序的功能是否符合它的功能说明，又称为功能测试或数据驱动测试。

黑盒测试方法主要是在程序的接口上进行测试，主要是为了发现以下错误。

- 是否有不正确或遗漏了的功能；在接口上，能否正确的接收输入，能否输出正确的结果；
- 是否有数据结构错误或外部信息访问错误；性能上是否能够满足要求；是否有初始化或终止性错误；
- 黑盒测试需要在所有可能的输入条件和输出条件中确定测试数据，以检查程序是否都能产生正确的输出；有时测试数据量太大，是不现实的。

黑盒测试的测试用例设计方法主要有如下几种。

**(1) 等价类划分。**等价类划分是一种典型的黑盒测试方法，使用这一方法时，完全不考虑程序的内部结构，只依据程序的规格说明来设计测试用例。该方法把所有可能的输入数据即程序的输入域划分为若干个部分，然后从每一部分中选取少数有代表性的数据作为测试用例。

使用这一方法设计测试用例要经历划分等价类（列出等价类表）和选取测试用例两步。

- 第一步是划分等价类。等价类是指某个输入域的子集合。在该子集合中，各个输入数据对揭露程序中的错误都是等效的。测试某等价类的代表值就等价于对这一类其他值的测试。等价类的划分有两种不同的情况：有效等价类是指对于程序的规格说明来说，是合理的、有意义的输入数据构成的集合；无效等价类是指对于程序的规格说明来说，是不合理的、无意义的输入数据构成的集合。
- 第二步再从划分出的等价类中按以下原则选择测试用例。为每一个等价类规定一个唯一编号；设计一个新的测试用例，使其尽可能多地覆盖尚未被覆盖的有效等价类，重复这一步，直到所有的有效等价类都被覆盖为止；设计一个新的测试用例，使其尽可能多地覆盖尚未被覆盖的无效等价类，重复这一步，直到所有的无效等价类都被覆盖为止。

**(2) 边界值分析。**边界值分析也是一种黑盒测试方法，是对等价类划分方法的补充。人们从长期的测试工作经验得知，大量的错误是发生在输入或输出范围的边界上，而不是在输入范围的内部。因此针对各种边界情况设计测试用例，可以查出更多的错误。

使用边界值方法设计测试用例，应当选取正好等于、刚刚大于或刚刚小于边界的值作为测试数据。

**(3) 错误推测法。**人们也可以靠经验和直觉推测程序中可能存在的各种错误，从而有针对性地编写检查这些错误的例子。其基本思想是：列举出程序中所有可能有的错误和容易发生错误的特殊情况，根据它们选择测试用例。

**(4) 因果图。**如果在测试时必须考虑输入条件的各种组合，可使用一种适于描述多种条件的组合，相应产生多个动作的形式来设计测试用例，这就需要利用因果图。这种方法最终生成的就是判定表。它适合于检查程序输入条件的各种组合情况。用因果图生成测试用例的基本步骤是：

- 分析软件规格说明描述中，哪些是原因（即输入条件或输入条件的等价类），哪些是结果（输出条件），并给每个原因和结果赋予一个标志符；
- 分析软件规格说明描述中的语义，找出原因与结果之间，原因与原因之间对应的是何种关系？根据这些关系，画出因果图；
- 由于语法或环境限制，有些原因与原因之间，原因与结果之间的组合情况不可能出现。为表明这些特殊情况，在因果图上用一些记号标明约束或限制条件；
- 把因果图转换成判定表；
- 把判定表的每一列拿出来作为依据，设计测试用例。

## 2. 白盒测试

白盒测试把测试对象看作一个透明的盒子，它允许测试人员利用程序内部的逻辑结构和有关信息，设计或选择测试用例，对程序所有逻辑路径进行测试。通过在不同点检查程序的状态，确定实际的状态是否与预期的状态一致，又称为结构测试或逻辑驱动测试。

白盒测试主要对程序模块进行如下检查：

- 对程序模块的所有独立的执行路径至少测试一次；
- 对所有的逻辑判定，取“真”与取“假”的两种情况都至少测试一次；
- 在循环的边界和运行界限内执行循环体；
- 测试内部数据结构的有效性等。

## 3. 逻辑覆盖

逻辑覆盖是以程序内部的逻辑结构为基础的设计用例的技术。它属于白盒测试，包括语句覆盖、判定覆盖、条件覆盖、判定-条件覆盖、条件组合覆盖、路径覆盖等。

- 语句覆盖：就是设计若干个测试用例，运行被测程序，使每一可执行语句至少执行一次。
- 判定覆盖：设计若干个测试用例，运行被测程序，使程序中每个判断的取真分支和取假分支至少经历一次，又称为分支覆盖。
- 条件覆盖：设计若干个测试用例，运行被测程序，使程序中每个判断的每个条件的可能取值至少执行一次。

- 判定-条件覆盖：设计足够的测试用例，使判断中每个条件的所有可能取值至少执行一次，每个判断中的每个条件的可能取值至少执行一次。
- 条件组合覆盖：设计足够的测试用例，运行被测程序，使每个判断的所有可能的条件取值组合至少执行一次。
- 路径覆盖：设计足够的测试用例，覆盖程序中所有可能的路径。

## 2.4.2 软件测试类型和步骤

从测试实际的前后过程来看，软件测试是由一系列不同的测试所组成的，这些软件测试的步骤分为：单元测试、集成测试（又称组装测试）、确认测试和系统测试。软件开发的过程是自顶向下的，测试则正好相反，以上这些过程就是自底向上、逐步集成的。

### 1. 单元测试

单元测试也称为模块测试，是针对每个模块进行的测试，可从程序的内部结构出发设计测试用例，多个模块可以平行、对立地测试。通常在编码阶段进行，必要的时候要制作驱动模块和桩模块。

驱动模块是指在单元测试和集成测试中，协调输入和输出的测试程序；桩模块指模拟被调用单元的程序。

单元测试可以测试模块接口、局域数据结构、独立路径、错误处理路径和边界条件五个方面的内容。

- 模块接口测试主要包括：调用本模块的输入参数是否正确；本模块调用子模块时输入给子模块的参数是否正确；全局量的定义在各模块中是否一致；在做内外存交换时要考虑文件属性是否正确；Open 与 Close 语句是否正确；缓冲区容量与记录长度是否匹配；在进行读写操作之前是否打开了文件；在结束文件处理时是否关闭了文件；正文书写/输入错误；I/O 错误是否做了检查并做了处理等。
- 局域数据结构测试包括：不正确或不一致的数据类型说明；使用尚未赋值或尚未初始化的变量；错误的初始值或错误的默认值；变量名拼写错或书写错；不一致的数据类型；全局数据对模块的影响等。
- 独立路径测试包括：选择适当的测试用例，对模块中重要的执行路径进行测试；应当设计测试用例查找由于错误的计算；不正确的比较或不正常的控制流而导致的错误；对基本执行路径和循环进行测试可以发现大量的路径错误。
- 错误处理测试：出错的描述是否难以理解；出错的描述是否能够对错误定位；显示的错误与实际错误是否相符；对错误条件的处理正确与否；在对错误进行处理之前，错误条件是否已经引起系统的干预等。
- 边界条件测试：注意数据流、控制流中刚好等于、大于或小于确定的比较值时出错的可能性。对这些地方要仔细地选择测试用例，认真地加以测试。如果对模块

运行时间有要求的话,还要专门进行关键路径测试,以确定最坏情况下和平均意义下影响模块运行时间的因素。

## 2. 集成测试

在单元测试的基础上,将所有模块按照设计要求组装成系统,必须精心计划,应提交集成测试计划、集成测试规格说明和集成测试分析报告。

这时需要考虑的问题是:在把各个模块连接起来的时候,穿越模块接口的数据是否会丢失;一个模块的功能是否会对另一个模块的功能产生不利的影响;各个子功能组合起来,能否达到预期要求的父功能;全局数据结构是否有问题;单个模块的误差累积起来,是否会放大,从而达到不能接受的程度。

把模块组装为系统的方式有两种:一次性组装方式和增殖式组装方式。在组装测试时,应当确定关键模块,对这些关键模块及早进行测试,这些关键模块具有如下特征:满足某些软件需求,在程序的模块结构中位于较高的层次,较复杂易发生错误,有明确定义的性能要求。

## 3. 确认测试

确认测试验证软件的功能、性能及其他特性是否与用户的要求一致。

对软件的功能和性能要求在软件需求规格说明书中已经明确规定。它包含的信息就是软件确认测试的基础。确认测试主要包括以下类型。

**(1) 内部确认测试,主要是由软件开发组织内部按照 SRS 进行测试。**

**(2)  $\alpha$ 测试和 $\beta$ 测试。**

在软件交付使用之后,用户实际上将如何使用程序,对于开发者来说是不知道的。通常在软件发布上市之前需要进行 $\alpha$ 测试和 $\beta$ 测试。

$\alpha$ 测试是由一个用户在开发环境下进行的测试,也可以是公司内部的用户在模拟实际操作环境下进行的测试。 $\alpha$ 测试的目的是评价软件产品的 FLURPS (功能、局域化、可使用性、可靠性、性能和支持),尤其注重产品的界面和特色。

$\alpha$ 测试可以从软件产品编码结束之时开始,或者在模块(子系统)测试完成之后开始,也可以在确认测试过程中产品达到一定的稳定和可靠程度之后再开始。

$\beta$ 测试是由软件的多个用户在实际使用环境下进行的测试。这些用户返回有关错误信息给开发者。

由于 $\beta$ 测试时,开发者通常并不在测试现场。因而, $\beta$ 测试是在开发者无法控制的环境下进行的软件现场应用。在 $\beta$ 测试中,由用户记下遇到的所有问题,包括真实的,以及主观认定的,定期向开发者报告。 $\beta$ 测试主要衡量产品的 FLURPS,着重于产品的支持性,包括文档、客户培训和支持产品生产能力。只有当 $\alpha$ 测试达到一定的可靠程度时,才能开始 $\beta$ 测试。它处在整个测试的最后阶段。同时,产品的所有手册文本也应该在此阶段完全定稿。

**（3）验收测试。**验收测试是以用户为主的测试，软件开发人员和质量保证人员也应参加，由用户参加设计测试用例，使用生产中的实际数据进行测试。在测试过程中，除了考虑软件的功能和性能外，还应对软件的可移植性、兼容性、可维护性、错误的恢复功能等进行确认。

确认测试应交付的文档有：确认测试分析报告；最终的用户手册和操作手册；项目开发总结报告。

#### 4. 系统测试

系统测试是将软件放在整个计算机环境下，包括软硬件平台、某些支持软件、数据和人员等，在实际运行环境下进行一系列的测试。系统测试的目的是通过与系统的需求定义做比较，发现软件与系统的定义不符合或与之矛盾的地方。

#### 5. 回归测试

回归测试是指修改了旧代码后，重新进行测试以确认修改没有引入新的错误或导致其他代码产生错误。自动回归测试将大幅降低系统测试、维护升级等阶段的成本。

回归测试的对象包括：

- （1）未通过软件单元测试的软件，在变更之后，应对其进行单元测试；
- （2）未通过配置项测试的软件，在变更之后，首先应对变更的软件单元进行测试，然后再进行相关的集成测试和配置项测试；
- （3）未通过系统测试的软件，在变更之后，首先应对变更的软件单元进行测试，然后再进行相关的集成测试、配置项测试和系统测试；
- （4）因为其他原因进行变更之后的软件单元，也首先应对变更的软件单元进行测试，然后再进行相关的软件测试。

回归测试的目的是：

- （1）测试软件变更之后，变更部分的正确性和对变更需求的符合性；
- （2）测试软件变更之后，软件原有的、正确的功能及性能和其他规定的要求的不损害性。

### 2.4.3 面向对象的软件测试

面向对象的开发模型突破了传统的瀑布模型，将开发分为面向对象分析（OOA）、面向对象设计（OOD）和面向对象编程（OOP）三个阶段。分析阶段产生整个问题空间的抽象描述，在此基础上，进一步归纳出适用于面向对象编程语言的类和类结构，最后形成代码。由于面向对象的特点，采用这种开发模型能有效地将分析设计的文本或图表代码化，不断适应用户需求的变动。针对面向对象的开发模型，结合传统的测试步骤划分，提出一种面向对象的测试模型。该模型包括 OOA Test、OOD Test、OOP Test、面向对象单元测试、集成测试和系统测试。



OOA Test 和 OOD Test 分别是对分析结果和设计结果的测试,主要是对分析和设计产生的文本进行测试,是软件开发前期的关键性测试。OOP Test 主要针对编程风格和程序代码实现进行测试,其主要测试内容在面向对象单元测试和面向对象集成测试中体现。面向对象单元测试是对程序内部具体单一的功能模块的测试,如果程序是用 C++ 语言开发的,主要就是对类成员函数的测试。面向对象单元测试是进行面向对象集成测试的基础。面向对象集成测试主要对系统内部的相互服务进行测试,如成员函数间的相互作用,类间的消息传递等。

#### 2.4.4 软件调试

软件测试的目的是发现错误,发现错误以后再找出错误的原因和错误发生的地方就是调试的任务。调试是为了证明程序的正确,因此它必须不断地排除错误。它们的出发点不一样。前者是挑错,是一种挑剔过程,属于质量保证活动。后者是排错,是一种排除过程,是编码活动的一部分。

调试的原则有:

- (1) 确定错误的性质。
- (2) 确定错误的位置。
- (3) 在出现错误的地方很可能还有别的错误。
- (4) 当修正一个错误的时候可能会引入新的错误。

调试的步骤是:

- (1) 从错误的外部表现形式入手,确定程序中出错的位置。
- (2) 研究有关部分的程序,找出错误的内在原因。
- (3) 修改设计和代码,以排除这个错误。
- (4) 重复进行暴露了这个错误的原始测试或某些有关测试。

常见调试方法包括强行排错(蛮力法)、回溯法和原因排除法三类。

#### 2.4.5 软件维护

将软件维护定义为需要提供软件支持的全部活动。这些活动包括在交付前完成的活动,以及交付后完成的活动。交付前要完成的活动包括交付后的运行计划和维护计划等。交付后的活动包括软件修改、培训、帮助资料等。

软件维护有如下类型:

(1) 更正性维护,是指在使用过程中发现了隐蔽的错误后,为了诊断和改正这些隐蔽错误而修改软件的活动,该类维护一般占总维护工作量的 25%;

(2) 适应性维护,是指为了适应变化了的环境而修改软件的活动,该类维护一般占总维护工作量的 20%;

（3）完善性维护，是指为了扩充或完善原有软件的功能或性能而修改软件的活动，该类维护一般占总维护工作量的 50%；

（4）预防性维护，是指为了提高软件的可维护性和可靠性、为未来的进一步改进打下基础而修改软件的活动，该类维护一般占总维护工作量的 5%。

## 2.5 软件开发环境

软件工程原理鼓励研制与采用各种先进的软件开发方法和工具，以便不断提高软件生产率。软件工程概念提出的初期，人们着重研究的是各种新的程序设计技术，这种程序设计方法和技术可使软件开发效率得到较大程度的改善。继程序设计技术、方法的改进之后，相继发展了许多适用于软件开发各阶段的方法。但是，这些软件方法和技术是建立在以图表为工具的手工作业基础之上的。软件开发人员只为别人开发自动化的工具，而自己的生产活动中依靠的仍然是知识人的密集型脑力劳动，其非常突出的特点是高比重的重复劳动。显然这无法从根本上扭转软件生产率低的落后局面。

为了改变这种局面，一个直接而有效的途径是从软件人员的角度出发，在软件工程实践方面提供一整套开发与维护的支持，这就是 20 世纪 80 年代以来在国际上引起了广泛重视和研究的软件工具，进而发展成为日臻完善的软件开发环境。

软件开发环境（Software Development Environment, SDE）是一组相关软件工具的集合，它们组织在一起支持某种软件开发方法或者与某种软件开发模型相适应。SDE 在欧洲又叫集成式项目支援环境（Integrated Project Support Environment, IPSE）。

软件开发环境的主要组成成分是软件工具。人-机界面是软件开发环境与用户之间的一个统一的交互式对话系统，它是软件开发环境的重要质量标志。存储各种软件工具加工所产生的软件产品或半成品（如源代码、测试数据和各种文档资料等）的软件环境数据库是软件开发环境的核心。工具间的联系和相互理解都是通过存储在信息库中的共享数据得以实现的。

软件开发环境数据库是面向软件工作者的知识型信息数据库，其数据对象是多元化并具有智能性的。软件开发数据库用来支撑各种软件工具，尤其是自动设计工具、编译程序等的主动或被动的工作。

较初级的 SDE 数据库一般包含通用子程序库、可重组的程序加工信息库、模块描述与接口信息库、软件测试与纠错依据信息库等；较完整的 SDE 数据库还应包括可行性与需求信息档案、阶段设计详细档案、测试驱动数据库、软件维护档案等。更进一步的要求是面向软件规划到实现、维护全过程的自动进行，这要求 SDE 数据库系统是具有智能性的，其中比较基本的智能结果是软件编码的自动实现和优化、软件工程项目的多方面不同角度的自我分析与总结。这种智能结果还应主动地被重新改造、学习，以丰

富 SDE 数据库的知识、信息和软件积累。这时候，软件开发环境在软件工程人员的恰当的外部控制或帮助下逐步向高度智能与自动化迈进。

软件实现的根据是计算机语言。时至今日，计算机语言发展为算法语言、数据库语言、智能模拟语言等多种门类，在几十种重要的算法语言中，C&C++语言日益成为广大计算机软件工作人员的亲密伙伴，这不仅因为它功能强大、构造灵活，更在于它提供了高度结构化的语法、简单而统一的软件构造方式，使得以它为主构造的 SDE 数据库的基础成分——子程序库的设计与建设显得异常方便。

事实上，以 C 和 C++为背景建立的 SDE 子程序库能为软件工作者提供比较有效、灵活、方便、友好的自动编码基础，尤其是 C++的封装等特性，更适合大项目的开发管理和维护。

集成型软件开发环境是一种把支持多种软件开发方法和开发模型、支持软件开发全过程的软件工具集成在一起的软件开发环境。这种环境通常应具有开放性和可剪裁性。开放性为将环境外的工具集成到环境中来提供方便；可剪裁性根据不同的应用或不同的用户需求进行剪裁，以形成特定的开发环境。

集成型开发环境通常可由工具集和环境集成机制两部分组成。环境集成机制主要有数据集成机制、控制集成机制和界面集成机制。

**(1) 数据集成机制。**数据集成机制提供统一的数据模式和数据接口规范，需要相互协作的工具通过这种统一的模式与规范交换数据。数据集成可以有不同的层次，如共享文件、共享数据结构和共享信息库等。

**(2) 控制集成机制。**控制集成机制支持各工具或各开发活动之间的通信、切换、调度和协同工作，并支持软件开发过程的描述、执行和转接。通常使用消息通信机制实现控制集成，工具间发送的消息统一由消息服务器进行管理。

**(3) 界面集成机制。**界面集成也叫表示集成，界面集成机制为统一的工具界面风格和统一的操作方式提供支持，使环境中的工具具有相同的视觉效果和操作规则，减少用户为学习不同工具的使用所花费的开销。界面集成主要体现在相同或相似的窗口、菜单、工具条、快捷键、操作规则与命令语法等。

工具集包括事务系统规划工具、项目管理工具、支撑工具、分析设计工具、程序设计工具、测试工具、原型建造工具、维护工具和框架工具等，所有这些工具可分为贯穿整个开发过程的工具（例如，软件项目管理工具）和解决软件生命周期中某一阶段问题的工具（例如，软件价格模型及估算工具）。

由于软件开发环境具有集成性、开放性、可裁减性、数据格式一致性、风格统一的用户界面等特性，因而能大幅度提高软件生产率。其中开放性是指允许将其他的软件工具加入软件开发环境之中。

## 2.6 软件工程过程管理

### 2.6.1 过程管理

尽管我们已经有了各种信息系统开发方法和多种多样的开发模型，在不同的管理水平下能发挥出来的作用还是千差万别的。为了解决软件项目过程改进难度增大，软件工程的并行与多学科组合的问题，实现过程改进的最佳效益，就有必要引入过程管理。

软件过程（Software Procedure）是指软件生存周期所涉及的一系列相关过程。过程是活动的集合；活动是任务的集合；任务要起着把输入进行加工然后输出的作用。活动的执行可以是顺序的、重复的、并行的、嵌套的或者是有条件地引发的。

### 2.6.2 CMMI

CMMI 全称是 Capability Maturity Model Integration，即能力成熟度模型集成（也称为：软件能力成熟度集成模型），1994 年由美国国防部与卡内基·梅隆大学下的软件工程研究中心，以及美国国防工业协会共同开发和研制的，他们计划把现在所有现存实施的与即将被发展出来的各种能力成熟度模型，集成到一个框架中去，申请此认证的前提条件是该企业具有有效的软件企业认定证书。

CMMI 有两种表示方法。

#### 1. 阶段式表现方法

包括初始级、可管理级、已定义级、量化管理级、持续优先级：

- 初始级的软件过程是无序的，有时甚至是混乱的，对过程几乎没有定义，成功与否主要取决于个人努力，管理是反应式的。
- 可管理级建立了基本的项目管理过程来跟踪费用、进度和功能特性，制定了必要的过程纪律，能重复早先类似应用项目取得的成功经验。
- 已定义级已将软件管理和工程两方面的过程文档化、标准化，并综合成该组织的标准软件过程。所有项目均使用经批准、剪裁的标准软件过程来开发和维护软件，软件产品的生产在整个软件过程是可见的。
- 量化管理级分析对软件过程和产品质量的详细度量数据，对软件过程和产品都有定量的理解与控制。管理有一个做出结论的客观依据，管理能够在定量的范围内预测性能。
- 优化管理级过程的量化反馈和先进的新思想、新技术促使过程持续不断改进。

每个等级都有几个过程区域组成，这几个过程区域共同形成一种软件过程能力。每个过程域，都有一些特殊目标和通用目标，通过相应的特殊实践和通用实践来实现这些目标。当一个过程域的所有特殊实践和通用实践都按要求得到实施，就能实现该过程域

的目标

## 2. 连续式表现方法

连续式表现方法则通过将 CMMI 中过程区域分为四大类：过程管理、项目管理、工程，以及支持。对于每个大类中的过程区域，又进一步分为基本的和高级的。这样，在按照连续式表示方法实施 CMMI 的时候，一个组织可以把项目管理或者其他某类的实践一直做到最好，而其他方面的过程区域可以完全不必考虑。

## 第3章 软件构件与中间件

尽管当前社会的信息化过程对软件需求的增长非常迅速,但目前软件的开发与生产能力却相对不足,这不仅造成许多急需的软件迟迟不能被开发出来,而且形成了软件脱节现象。自20世纪60年代人们认识到软件危机,并提出软件工程以来,已经对软件开发问题进行了不懈的研究。近年来人们认识到,要提高软件开发效率,提高软件产品质量,必须采用工程化的开发方法与工业化的生产技术。这包括技术与管理两方面的问题:在技术上,应该采用基于重用(英文单词为“reuse”,有些文献翻译为“复用”)的软件生产技术;在管理上,应该采用多维的工程管理模式。

要真正解决软件危机,实现软件的工业化生产是唯一可行的途径。分析传统工业及计算机硬件产业成功的模式可以发现,这些工业的发展模式均是符合标准的零部件/构件(英文单词为“component”,有些文献翻译为“组件”或“部件”)生产,以及基于标准构件的产品生产,其中,构件是核心和基础,重用是必需的手段。实践表明,这种模式是产业工程化、工业化的成功之路,也将是软件产业发展的必经之路。

软件重用是指在两次或多次不同的软件开发过程中重复使用相同或相近软件元素的过程。软件元素包括程序代码、测试用例、设计文档、设计过程、需求分析文档甚至领域(domain)知识。通常,把这种可重用的元素称为软构件(software component,通常简称为构件),可重用的软件元素越大,我们就说重用的粒度(granularity)越大。

使用软件重用技术可以减少软件开发活动中大量的重复性工作,这样就能提高软件生产率,降低开发成本,缩短开发周期。同时,由于软构件大都经过严格的质量认证,并在实际运行环境中得到检验,因此,重用软构件有助于改善软件质量。此外,大量使用软构件,软件的灵活性和标准化程度也能得到提高。

根据考试大纲,本章要求考生掌握以下知识点:

- (1) 构件及其在信息系统项目中的重要性;
- (2) 常用构件标准(COM/DCOM/COM+、CORBA和EJB);
- (3) 软件中间件。

### 3.1 构件模型及实现

一般认为,构件是指语义完整、语法正确和有可重用价值的单位软件,是软件重用

过程中可以明确辨识的系统。结构上，它是语义描述、通信接口和实现代码的复合体。简单地说，构件是具有一定的功能，能够独立工作或能同其他构件装配起来协调工作的程序体，构件的使用与其开发、生产无关。从抽象程度来看，面向对象(Object Orientation)技术已达到了类级重用(代码重用)，它以类为封装的单位。这样的重用粒度还太小，不足以解决异构互操作和效率更高的重用。构件将抽象的程度提到一个更高的层次，它是对一组类的组合进行封装，并代表完成一个或多个功能的特定服务，也为用户提供了多个接口。整个构件隐藏了具体的实现，只用接口对外提供服务。

构件模型(Model)是对构件本质特征的抽象描述。目前，国际上已经形成了许多构件模型，这些模型的目标和作用各不相同，其中部分模型属于参考模型(例如，3C模型)，部分模型属于描述模型(例如，RESOLVE模型和REBOOT模型)。还有一部分模型属于实现模型。近年来，已形成三个主要流派，分别是OMG(Object Management Group，对象管理集团)的CORBA(Common Object Request Broker Architecture，通用对象请求代理结构)、Sun的EJB(Enterprise Java Bean)和Microsoft的DCOM(Distributed Component Object Model，分布式构件对象模型)。这些实现模型将构件的接口与实现进行了有效的分离，提供了构件交互(Interaction)的能力，从而增加了重用的机会，并适应了目前网络环境下的大型软件系统的需要。

## 3.2 常用构件标准

目前，国际上常用的构件标准主要有三大流派，分别是COM/DCOM/COM+、CORBA和EJB。

### 3.2.1 EJB 基础知识

EJB(Enterprise Java Bean)规范由Sun公司制订，在EJB2.0规范中对EJB定义如下：EJB是用于开发和部署多层结构的、分布式的、面向对象的Java应用系统的跨平台的构建体系结构。使用EJB编写的应用程序具有可扩展性、交互性，以及多用户安全的特性。这些应用只需要写一次，就可以发布到任何支持EJB规范的服务器平台上。

虽然EJB似乎仅仅是Java Bean的企业版，但EJB绝对不是Java Bean的简单升级。Java Bean是Java语言中的一种构件模型，其重点是允许开发人员在开发工具中可视化的操作构件，Java Bean可以被集成到任何Java程序中，尤其是在Java Applet和Application中得到了大量的应用。而EJB是一种非可视化构件，EJB完全运行于服务器端。EJB可以和远程的客户端程序通信，并提供一定的功能。如果EJB不和客户端程序交互，则不执行具体的功能。同Java Bean不一样的是，EJB仅仅在网络计算的环境下才有意义。

有三种类型的 EJB，分别是会话 Bean（Session Bean）、实体 Bean（Entity Bean）和消息驱动 Bean（Message-driven Bean）。

### 3.2.2 COM/DCOM/COM+基础知识

COM 是微软公司为了计算机工业的软件生产更加符合人类的行为方式开发的一种新的软件开发技术。在 COM 构架下，人们可以开发出各种各样的功能专一的组件，然后将它们按照需要组合起来，构成复杂的应用系统。由此带来的好处是多方面的：可以将系统中的组件用新的替换掉，以便随时进行系统的升级和定制；可以在多个应用系统中重复利用同一个组件；可以方便地将应用系统扩展到网络环境下；COM 与语言，平台无关的特性使所有的程序员均可充分发挥自己的才智与专长编写组件模块。

在此之后微软公司对 COM 进行了扩展，使其具备分布式的特性，即 DCOM。DCOM 使其能够支持在局域网、广域网甚至 Internet 上不同计算机的对象之间的通信。使用 DCOM，应用程序就可以在位置上达到分布性，从而满足客户和应用的需求。因为 DCOM 是 COM 的无缝扩展，所以可以将对基于 COM 的应用、构件、工具，以及知识转移到标准化的分布式计算领域中来。在做分布式计算时，DCOM 处理网络协议的低层次的细节问题，从而使我们能够集中精力解决用户所要求的问题。

DCOM 是 COM 的进一步扩展，COM 定义了构件和它们的客户之间互相作用的方式。它使得构件和客户端无需任何中介构件就能相互联系。客户进程直接调用构件中的方法。COM 运行库向客户和构件提供了面向对象的服务，并且使用 RPC 和安全机制产生符合 DCOM 线路协议标准的标准网络包。

DCOM 具有位置独立性。DCOM 使得构件的位置对你来说完全透明，无论它是位于客户的同一进程中或是在地球的另一端。在任何情况下，客户连接构件和调用构件的方法的方式都是一样的。DCOM 不仅无须改变源码，而且无须重新编译程序。一个简单的再配置动作就改变了构件之间相互连接的方式。

DCOM 具有语言无关性。任何语言都可以用来创建 COM 构件，并且这些构件可以使用更多的语言和工具。Java，Microsoft Visual C++，Microsoft Visual Basic，Delphi，PowerBuilder 和 Micro Focus COBOL 都能够和 DCOM 很好地相互作用。

COM+并不是 COM 的新版本，我们可以把它理解为 COM 的新发展，或者为 COM 更高层次上的应用。COM+的底层结构仍然以 COM 为基础，它几乎包容了 COM 的所有内容。有一种说法这样认为，COM+是 COM、DCOM 和 MTS（Microsoft Transaction Server）的集成，这种说法有一定的道理，因为 COM+确实综合了这些技术要素。但更重要的一点是，COM+倡导了一种新的概念，它把 COM 组件软件提升到应用层而不再是底层的软件结构，它通过操作系统的各种支持，使组件对象模型建立在应用层上，把所有组件的底层细节留给操作系统。



### 3.2.3 CORBA 基础知识

公共对象请求代理（Common Object Request Broker Architecture, CORBA）是由对象管理组织 OMG 制订的一个工业标准，其主要目标是提供一种机制，使得对象可以透明地发出请求和获得应答，从而建立起一个异质的分布式应用环境。

由于分布式对象计算技术具有明显优势，OMG 提出了 CORBA 规范来适应该技术的进一步发展。1991 年，OMG 基于面向对象技术，给出了以对象请求代理（Object Request Broker, ORB）为中心的对象管理结构。

在 OMG 的对象管理结构中，ORB 是一个关键的通信机制，它以实现互操作性为主要目标，处理对象之间的消息分布。对象服务实现基本的对象创建和管理功能，通用服务则使用对象管理结构所规定的类接口实现一些通用功能。

针对 ORB，OMG 又进一步提出了 CORBA 技术规范，主要内容包括接口定义语言（Interface Definition Language, IDL），接口池（Interface Repository, IR），动态调用接口（Dynamic Invocation Interface, DII），对象适配器（Object Adapter, OA）等。

CORBA 体系结构模式充分利用了现今软件技术发展的最新成果，在基于网络的分布式应用环境下实现应用程序的集成，使得面向对象的软件在分布、异构环境下实现可重用、可移植和互操作。其特点可以总结为如下几个方面。

（1）引入中间件作为事务代理，完成客户机向服务对象方（Server）提出的业务请求。

（2）实现客户与服务对象的完全分开，客户不需要了解服务对象的实现过程，以及具体位置。

（3）提供软总线机制，使在任何环境下、采用任何语言开发的软件只要符合接口规范的定义，均能够集成到分布式系统中。

（4）CORBA 规范软件系统采用面向对象的软件实现方法开发应用系统，实现对象内部细节的完整封装，保留对象方法的对外接口定义。

## 3.3 中间件技术

随着企业的 IT 环境日益复杂，企业中可能会拥有多种操作系统、不同的数据库、异构的网络环境，以及若干应用等，那么如何把它们结合成一个有机的协同工作整体，真正实现企业跨平台分布式应用呢？中间件便是解决之道，它用自己的复杂换取了企业应用的简单。那么，复杂的中间件到底包含哪些种类？分别完成什么功能呢？

20 世纪 90 年代初客户-服务器计算模式开始成为主流技术，将数据统一存储在数据服务器上，而有关的业务逻辑都在客户端实现，即所谓胖终端的解决方案，这种两层结构的模式大大阻碍着系统的发展，单一的服务器结构紧密地依赖供应商；数据存取受

到限制；难以扩展到大企业广域网或国际互联网；也难以管理客户端的机群。随着用户业务需求的增长及 Internet/Intranet 的普及，将以三层或四层体系结构取代。三层结构就是把用户端的业务逻辑独立出来，并与数据库服务器中存储过程合并在一起，构成应用层，以提高计算能力，实现灵活性。在这种结构中用户端仅仅是处理图形用户界面（GUI），而目前趋势是采用具有交互功能的浏览器，即形成瘦终端的工作方式，为此，中间又增加了一层，称为 Web 服务器层，形成了四层体系结构。

这类多层结构的分布系统，各服务器和终端机之间都是通过网络连接起来的，并有大量信息和数据进行传递。对每个应用系统而言，在设计和实现时需要开发的，仅是在应用服务器上的业务逻辑部分的软件。除此之外，还必须要设计处理分布系统所特有的功能的软件，而目前的系统软件（操作系统和支撑软件）都不支持。为此出现了中间件，它是处于系统软件和应用软件之间的一批软件。

使设计者集中设计与应用有关的部分，大大简化了设计和维护工作。目前，中间件已有一批成熟的产品，并成为设计分布系统时不可缺少的软件。仅仅几年时间，中间件迅猛发展，并逐步走向成熟。

构件是一种前沿的软件设计思想，对整个软件行业的发展起着至关重要的推动作用。而中间件作为应用软件系统集成的关键技术，保证了构件化思想的实施，并为构件提供了真正的运行空间。中间件领域工业化标准的制订、统一及实现，使基于构件的应用开发成为可能。反过来，构件对新一代中间件产品也起到促进作用。

### 3.3.1 中间件的定义

目前还没有对中间件形成一个统一的定义，我们使用现在比较认可的两种定义：

（1）在一个分布式系统环境中处于操作系统和应用程序之间的软件。（该定义源于 <http://middleware.objectweb.org>。）

（2）中间件是一种独立的系统软件或服务程序，分布式应用软件借助这种软件在不同的技术之间共享资源，中间件位于客户机服务器的操作系统之上，管理计算资源和网络通信。（该定义源于 IDG。）

我们可以通过图 3-1 来理解中间件在系统中的地位与应用价值。

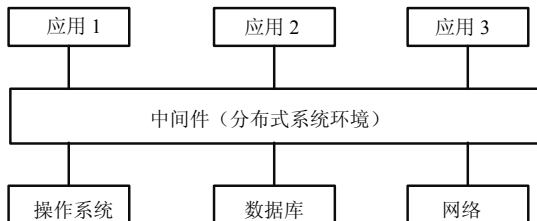


图 3-1 分布式系统中间件示意图

从这些定义中可以看出：

- (1) 中间件是一类软件，而非一种软件；
- (2) 中间件不仅仅实现互连，还要实现应用之间的互操作；
- (3) 中间件是基于分布式处理的软件，最突出的特点是其网络通信功能。

中间件是处于操作系统和应用程序之间的软件，也有人认为它应该是属于操作系统中的一部分。这个定义也限定了只有用于分布式系统中才能称为中间件，同时还可以把它与支撑软件和实用软件区分开来。人们在使用中间件时，往往是一组中间件集成在一起，构成一个平台。随着中间件应用的不断增长，中间件的范围已经覆盖了分布式对象和组件、消息通信，以及移动应用等软件系统。

### 3.3.2 中间件的功能

中间件的基本功能应该包括以下几个：

- 负责客户机和服务器间的连接和通信；
- 提供客户机与应用层的高效率通信机制；
- 提供应用层不同服务之间的互操作机制；
- 提供应用层与数据库之间的连接和控制机制；
- 提供一个多层结构应用开发和运行的平台；
- 提供一个应用开发框架，支持模块化的应用开发；
- 屏蔽硬件、操作系统、网络和数据库；
- 提供交易管理机制，保证交易的一致性；
- 提供应用的负载均衡和高可用性；
- 提供应用的安全机制与管理功能；
- 提供一组通用的服务去执行不同的功能，为的是避免重复的工作和使应用之间可以协作。

中间件作为一大类系统软件，与操作系统、数据库管理系统并称“三套车”，其重要性是不言而喻的，中间件的优点应该说都是有目共睹的。它的优越性体现在以下几个方面：

- 缩短应用的开发周期；
- 节约应用的开发成本；
- 减少系统初期的建设成本；
- 降低应用开发的失败率；
- 保护已有的投资；
- 简化应用集成；
- 减少维护费用；
- 提高应用的开发质量；

- 保证技术进步的连续性；
- 增强应用的生命力。

具体地说，中间件屏蔽了底层操作系统的复杂性，使程序开发人员面对一个简单而统一的开发环境，减少程序设计的复杂性，将注意力集中在自己的业务上，不必再为程序在不同系统软件上的移植而重复工作，从而大大减少了技术上的负担。

中间件带给应用系统的，不只是开发的简便和开发周期的缩短，也减少了系统的维护、运行和管理的工作量，还减少了计算机总体费用的投入。Standish 的调查报告显示，由于采用了中间件技术，应用系统的总建设费用可以减少 50%左右。在网络经济和电子商务大发展的今天，从中间件获得利益的不只是 IT 厂商，IT 用户同样是赢家，并且是更有把握的赢家。

其次，中间件作为新层次的基础软件，其重要作用是将不同时期，在不同操作系统上开发的应用软件集成起来，彼此像一个天衣无缝的整体协调工作，这是操作系统和数据库管理系统本身做不了的。中间件的这一作用，使得在技术不断发展之后，我们以往在应用软件上的劳动成果仍然物有所用，节约了大量的人力、财力投入。

### 3.3.3 中间件的分类

中间件的任务是使应用程序开发变得更容易，通过提供统一的程序抽象，隐藏异构系统和分布式系统下低级别编程的复杂度。中间件分类有很多方式和很多种类型。在这里我们由底向上从中间件的层次上来划分，如图 3-2 所示，可分为底层型中间件、通用型中间件和集成型中间件三个大的层次。

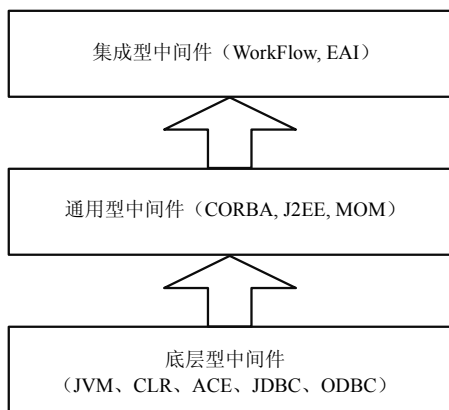


图 3-2 中间件层次图

(1) 底层型中间件的主流技术有 JVM、CLR、ACE、JDBC 和 ODBC 等，代表产品主要有 Sun JVM 和 Microsoft CLR 等。

(2) 通用型中间件的主流技术有 CORBA、J2EE、MOM 和 COM 等, 代表产品主要有 IONA Orbix、BEA WebLogic 和 IBM MQSeries 等。

(3) 集成型中间件的主流技术有 WorkFlow 和 EAI 等, 代表产品主要有 BEA WebLogic 和 IBM WebSphere 等。

当然, 在这个大的层次划分下, 中间件还可以细化为以下一些种类:

(1) **通信处理(消息)中间件**。在不同平台之间通信, 实现分布式系统中可靠的、高效的、实时的跨平台数据传输, 称为消息中间件。这是中间件中唯一不可缺少的, 是需求量最大的中间件产品, 目前在大部分操作系统中已包含了其部分功能。

(2) **事务处理(交易)中间件**。在分布式事务处理系统中要处理大量事务, 常常在系统中要同时进行上万个事务。在联机事务处理系统(OLTP)中, 每笔事务常常要多台服务器上的程序顺序地协调完成, 一旦中间发生某种故障时, 不但要完成恢复工作, 而且要自动切换系统, 达到系统永不停机, 实现高可靠性运行。同时要使大量事务在多台应用服务器能实时并发运行, 并进行负载平衡地调度, 实现昂贵的可靠性机和大型计算机系统同等的功能, 为了实现这个目标, 要求系统具有监视和调度整个系统的功能。一个事务处理平台, 根据 X/OPEN 的参数模型规定, 应由事务处理中间件、通信处理中间件, 以及数据存取管理中间件三部分组成。

(3) **数据存储管理中间件**。在分布式系统中, 重要的数据都集中存放在数据服务器中, 它们可以是关系型的、复合文档型、具有各种存放格式的多媒体型, 或者是经过加密或压缩存放的, 该中间件将为在网络上虚拟缓存、格式转换、解压等带来方便。

(4) **Web 服务中间件**。浏览器图形用户界面已成为公认规范, 然而由于它存在会话能力差、不能做数据写入、受 HTTP 协议的限制等缺陷, 所以就必须进行修改和扩充, 形成 Web 服务器中间件。

(5) **安全中间件**。一些军事、政府和商务部门上网的最大障碍是安全保密问题, 而且不能使用国外提供的安全措施(如防火墙、加密、认证等), 必须用国产的产品。产生不安全因素是由操作系统引起的, 但必须要用中间件去解决, 以适应灵活多变的要求。

(6) **跨平台和构架的中间件**。当前开发大型应用软件通常采用基于构架和构件技术, 在分布系统中, 还需要集成各节点上的不同系统平台上的构件或新老版本的构件, 由此产生了构架中间件, 功能最强的是 CORBA, 可以跨任意平台, 但是太庞大; Java Bean 较灵活简单, 很适合于做浏览器, 但运行效率差; DCOM 模型主要适合 Windows 平台, 已广泛使用。由于国内新建系统主要是 UNIX(包括 Linux)和 Windows, 因此针对这两个平台建立相应的中间件要实用得多。

(7) **专用平台中间件**。为特定应用领域设计参考模式, 建立相应构架, 配置相应的构件库和中间件, 为应用服务器开发和运行特定领域的关键任务(如电子商务、网站等)。

(8) **其他中间件**。另外现在出现了一些中间件, 比如数据流中间件、门户中间件, 以及为某些专业领域如银行、电信等开发的专用中间件。另外还有一些更高层中间件,

更多用于系统整合，包括企业应用集成中间件（EAI Suites）、工作流中间件（Workflow）、门户中间件（Portal）等，这些都是多种中间件的组合。

### 3.3.4 中间件技术在集成中的应用

中间件技术在集成中扮演着重要的角色，我们可以从不同层次采用不同种类，不同技术的中间件产品进行应用集成。正如图 3-3 所示，我们可以从传输、消息、组件、业务流程等各个层面分别加以集成。

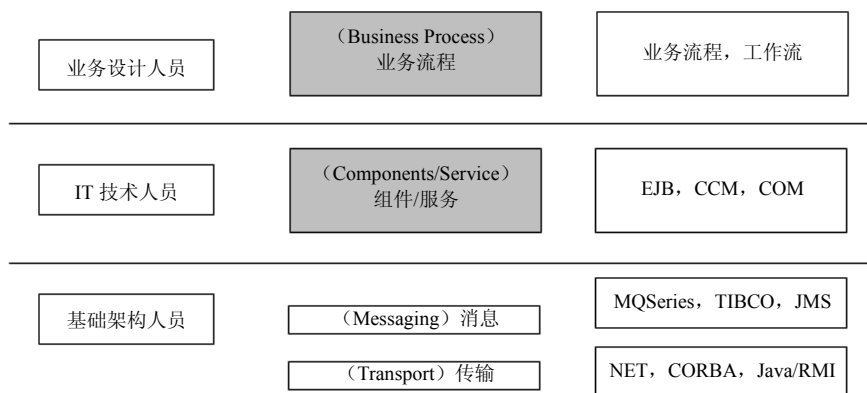


图 3-3 不同层次的集成示意图

从图 3-3 中我们还可以看出，为了完成不同层次的集成，可以采用不同的技术、产品。

- (1) 为了完成系统底层传输层的集成，可以采用 CORBA 技术。
- (2) 为了完成不同系统的信息传递，可以采用消息中间件产品。
- (3) 为了完成不同硬件和操作系统的集成，可以采用 J2EE 中间件产品。

同样，目前中间件的竞争焦点也主要集中在集成应用平台上，大多中间件公司都已经或准备将下一步的工作重点放在集成市场上。

### 3.3.5 中间件的发展趋势

中间件作为构筑企业信息系统和电子商务系统的基石和核心技术，向着标准化和构件化方向发展。具体来看，有以下三种发展趋势。

#### 1. 规范化

在中间件的发展过程中，做得最好的一件事情就是规范的制订。对于不同类型的中间件，目前都有一些规范可以遵循，如消息类的 JMS，对象类的 CORBA 和 COM/DCOM，

交易类的 XA、OTS、JTA/JTS，应用服务器类的 J2EE，数据访问类的 ODBC 和 JDBC，Web 服务有 SOAP、WSDL、UDDI 等。这些规范的建立极大地促进了中间件技术的发展，同时保证了系统的扩展性、开放性和互操作。

## 2. 构件化和松耦合

除了已经得到较为普遍应用的 CORBA、DCOM 等适应 Intranet 的构件技术外，随着企业业务流程整合和电子商务应用的发展，中间件技术朝着面向 Web、松散耦合的方式发展。基于 XML 和 Web 服务的中间件技术，使不同系统之间、不同应用之间的交互建立在非常灵活的基础上。XML 是一种可扩展的源标志语言，它提供了一种定义新的标志语言标准。由于 XML 技术非常适合于异构系统间的数据交换，因此在国际上已经被普遍采纳为电子商务的数据标准。而 Web 服务作为基于 Web 技术的构件，在流程中间件的控制和集成下可以灵活、动态地被组织成为跨企业的商务应用。

## 3. 平台化

目前，一些大的中间件厂商在已有的中间件产品基础上，都提出了完整的面向互联网的软件平台战略计划和应用解决方案。Sun 公司是最早提出“网络就是计算机”的公司，它一直致力于向企业提供受到广泛欢迎的网络软件，对因特网的应用和发展发挥了重要作用。IBM 公司提出了面向网络应用的“旧金山计划”，即以 WebSphere、DB2、Tivoli、Domino 四大品牌组成基础架构平台，提供从中间件、服务器到解决方案的一揽子组合服务。Oracle 公司则推出了以 Oracle 9i 为中心的网络软件平台。微软公司从 2000 年 6 月开始大力宣传“.NET 计划”，并作为未来的基本战略，目标是在因特网的基础上，实现所有的计算机群、相关设备和服务协同工作，提供广泛而丰富的解决方案。

## 第 4 章 面向对象方法

结构化分析和设计方法在一定程度上缓解了“软件危机”。但随着人们对软件提出的要求越来越高，结构化方法已经无法承担快速高效开发复杂软件系统的重任。20 世纪 80 年代逐渐成熟的面向对象方法学，使软件开发者对软件的分析、设计和编程等方面都有了全新的认识。由于“对象”概念的引入，将数据和方法封装在一起，提高了模块的聚合度，降低了模块的耦合度，更大程度上支持了软件重用，从而十分有效地降低了软件的复杂度，提高了软件开发的生产率。目前，面向对象方法学已成为软件开发者的第一选择。

根据考试大纲，本章要求考生掌握以下知识点：

- 面向对象的基本概念；
- 统一建模语言 UML；
- 可视化建模；
- 面向对象系统分析；
- 面向对象系统设计。

### 4.1 面向对象的基本概念

为了讨论面向对象（Object-Oriented, OO）的技术和方法，必须首先明确什么是“面向对象”？为什么要讨论面向对象的方法？什么是对象？对于这些问题，有许多不同的看法。其中 Booch、Coad/Yourdon 和 Jacobson 的方法在面向对象软件开发界得到了广泛的认可。特别值得一提的是，统一建模语言（UML, Unified Modeling Language），该方法结合了 Booch、OMT 和 Jacobson 方法的优点，统一了符号体系，并从其他的方法和工程实践中吸收了许多经过实践检验的概念和技术。

Peter Coad 和 Edward Yourdon 曾提出了下列等式：

面向对象 = 对象（Objects）+ 类（Classes）+ 继承（Inheritance）+ 消息通信（Communication with Messages）



### 4.1.1 对象与封装

对象（Object）是系统中用来描述客观事物的一个实体，它是构成系统的一个基本单位。面向对象的软件系统是由对象组成的，复杂的对象由比较简单的对象组合而成。也就是说，面向对象方法学使用对象分解取代了传统方法的功能分解。

对象三要素：对象标志、属性和操作。

**对象标志（Object Identifier），也就是对象的名字，供系统内部唯一地识别对象。**定义或使用对象时，均应指定对象标志。

**属性（Attribute），也称状态（State）或数据（Data），用来描述对象的静态特征。**在某些面向对象的程序设计语言中，属性通常被称为成员变量（Member Variable）或简称变量（Variable）。

**操作（Operation）也称行为（Behavior）或方法（Method）等，用来描述对象的动态特征。**在某些面向对象的程序设计语言中，服务通常被称为成员函数（Member Function）或简称函数（Function）。

**封装（Encapsulation）**是对象的一个重要原则。它有两层含义：第一，对象是其全部属性和全部服务紧密结合而形成的一个不可分割的整体；第二，对象是一个不透明的黑盒子，表示对象状态的数据和实现操作的代码都被封装在黑盒子里面。使用一个对象的时候，只需知道它向外界提供的接口形式，无须知道它的数据结构细节和实现操作的算法。从外面看不见，也就更不可能从外面直接修改对象的私有属性了。

### 4.1.2 类与类库

类（Class）是对象的抽象定义，是一组具有相同数据结构和相同操作的对象的集合。类的定义包括一组数据属性和在数据上的一组合法操作。类定义可以视为一个具有类似特性与共同行为的对象的模板，可用来产生对象。

类与对象是抽象描述与具体实例的关系，一个具体的对象被称为类的一个实例（Instance）。它们都可使用类中提供的函数。一个对象的状态则包含在它的实例变量中。

从物理特征上来看，类库和传统例程库是类似的，它们都是一种预先定义的程序库。类库是一种预先定义的程序库，它以程序模块的形式，按照类层次结构把一组类的定义和实现组织在一起。较上层的类代表了较一般的事物，相反，较下层的类代表了较具体的事物，很好地体现了面向对象机制的继承性、重载等许多特征。

### 4.1.3 继承与多态

继承（Inheritance）是使用已存在的定义作为基础建立新定义的技术，继承是面向对象方法学中的一个十分重要的概念。新类的定义可以是现存类所声明的数据、定义与

新类所增加的声明的组合。新类复用现存类的定义，而不要求修改现存类。因为这种类的一部分已经实现和测试，故开发费用较少。现存类可当作父类（泛化类、基类或超类）来引用，则新类相应地可当作子类（特化类、子女类或派生类）来引用。

在面向对象技术中，多态考虑的是类与类之间的层次关系，以及类自身内部特定成员函数之间的关系问题，是解决功能和行为的再抽象问题。多态是指类中具有相似功能的不同函数是用同一个名称来实现，从而可以使用相同的调用方式来调用这些具有不同功能的同名函数。这也是人类思维方式的一种直接模拟，比如一个对象中有很多求两个数最大值的函数，虽然可以针对不同的数据类型，写很多不同名称的函数来实现，但事实上，它们的功能几乎完全相同。这时，就可以利用多态的特征，用统一的标志来完成这些功能。这样，就可以达到类的行为的再抽象，进而统一标志，减少程序中标志符的个数。

#### 4.1.4 消息通信

消息（Message）是指向对象发出的服务请求，它应该含有下述信息：提供服务的对象标志、消息名、输入信息和回答信息。对象与传统的数据有本质区别，它不是被动地等待外界对它施加操作，相反，它是进行处理的主体，必须发消息请求它执行它的某个操作，处理它的私有数据，而不能从外界直接对它的私有数据进行操作。

消息通信（Communication with Messages）也是面向对象方法学中的一条重要原则，它与对象的封装原则密不可分。封装使对象成为一些各司其职、互不干扰的独立单位；消息通信则为它们提供了唯一合法的动态联系途径，使它们的行为能够互相配合，构成一个有机的系统。

只有同时使用对象、类、继承与消息通信，才是真正面向对象的方法。

#### 4.1.5 面向对象方法学的优点

与面向过程相比，面向对象方法学具有以下优点。

**（1）与人类习惯的思维方法一致：**面向对象方法学的出发点和基本原则，是尽可能模拟人类习惯的思维方式，使软件开发的方法与过程尽可能接近人类认识世界解决问题的方法与过程，也就是使描述问题的“问题域”与解决问题的“解域”在结构上尽可能一致。

**（2）稳定性好：**传统的软件开发方法基于功能分析与功能分解，软件结构紧密依赖于系统所要完成的功能，当功能需求发生变化时将引起软件结构的整体修改。由于用户需求变化大部分是针对功能的，因此这样的系统是不稳定的。

面向对象的方法用对象模拟问题域中的实体，以对象为中心构造软件系统，当系统的功能需求变化时并不会引起软件结构的整体变化。由于现实世界中的实体是相对稳定

的，因此以对象为中心构造的软件系统也是比较稳定的。

**(3) 可重用性好：**面向对象方法学在利用可重用的软件成分构造新的软件系统时有很大的灵活性。继承机制与多态性使得子类不仅可以重用其父类的数据结构与程序代码，并且可以方便地修改和扩充，而这种修改并不影响对原有类的使用。

**(4) 较易开发大型软件产品：**由于用面向对象方法开发软件时，构成软件系统的每个对象相对独立。因此，可以把一个大型软件产品分解成一系列相互独立的小产品来处理。这不仅降低了开发的技术难度，而且也使得对开发工作的管理变得容易多了。

**(5) 可维护性好：**面向对象的软件比较容易理解、容易修改、容易测试。

## 4.2 UML 概述

在 20 世纪的 80~90 年代，面向对象的分析与设计（OOA&D）方法获得了长足的发展，而且相关的研究也十分活跃，涌现了一大批新的方法学。其中最著名的是 Booch 的 Booch 1993、Jacobson 的 OOSE 和 Rumbaugh 的 OMT 方法。而 UML 正是在融合了 Booch、Rumbaugh 和 Jacobson 方法论的基础上形成的标准建模语言。

### 4.2.1 UML 是什么

UML (Unified Modeling Language, 统一建模语言) 是用于系统的可视化建模语言，尽管它常与建模 OO 软件系统相关联，但由于其内建了大量扩展机制，还可以应用于更多的领域中，例如工作流程、业务领域等。

**(1) UML 是一种语言：**UML 在软件领域中的地位与价值就像“1、2、3、+、-、...”等符号在数学领域中的地位一样。它为软件开发人员之间提供了一种用于交流的词汇表，一种用于软件蓝图的标准语言。

**(2) UML 是一种可视化语言：**UML 只是一组图形符号，它的每个符号都有明确语义，是一种直观、可视化的语言。

**(3) UML 是一种可用于详细描述的语言：**UML 所建的模型是精确的、无歧义和完整的，它适合于对所有重要的分析、设计和实现决策进行详细描述。

**(4) UML 是一种构造语言：**UML 虽然不是一种可视化的编程语言，但其与各种编程语言直接相连，而且有较好的映射关系，这种映射允许进行正向工程、逆向工程。

**(5) UML 是一种文档化语言：**它适合于建立系统体系结构及其所有的细节文档。

### 4.2.2 UML 结构

UML 的结构如图 4-1 所示。

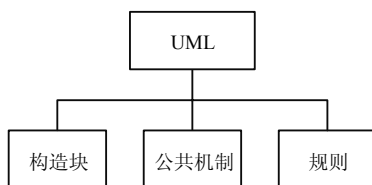


图 4-1 UML 结构示意图

### 1. 构造块

构造块也就是基本的 UML 建模事务（也叫建模元素）、关系和图。

**(1) 事物：**包括结构事物（类、接口、协作、用例、活动类、组件、节点等）、行为事物（交互、状态机）、分组事物（包）、注解事物。

**(2) 关系：**包括关联关系、依赖关系、泛化关系、实现关系。

**(3) 图：**在 UML 1.x 中包括 9 种不同的图，当升级为 2.x 之后，增加至 14 种图。后文将进行展开。

### 2. 公共机制

公共机制是指达到特定目标的公共 UML 方法，主要包括规格说明、修饰、公共分类和扩展机制四种。

**(1) 规格说明：**规格说明是元素语义的文本描述，它是模型真正的核心。

**(2) 修饰：**UML 为每一个模型元素设置了一个简单的记号，还可以通过修饰来表达更多的信息。

**(3) 公共分类：**包括类元与实体（类元表示概念，而实体表示具体的实体）、接口和实现（接口用来定义契约，而是实现就是具体的内容）两组公共分类。

**(4) 扩展机制：**包括约束（添加新规则来扩展元素的语义）、构造型（用于定义新的 UML 建模元素）、标记值（添加新的特殊信息来扩展模型元素的规格说明）。

### 3. 规则

规则用于支配这些构造块如何放置在一起

### 4. UML 视图

UML 对系统构架的定义是：系统的组织结构，包括系统分解的组成部分、它们的关联性、交互、机制和指导原则，这些提供系统设计的信息。具体来说，是指五个系统视图。

**(1) 逻辑视图：**以问题域的语汇组成的类和对象集合。

**(2) 进程视图：**可执行线程和进程作为活动类的建模，它是逻辑视图的一次执行实例。

**(3) 实现视图：**对组成基于系统的物理代码的文件和组件进行建模。

**(4) 部署视图：**把组件物理地部署到一组物理的、可计算节点上。

(5) 用例视图：最基本的需求分析模型。

### 4.2.3 UML 的主要特点

UML 统一了 Booch、OMT、OOSE 和其他面向对象方法的基本概念和符号，同时汇集了面向对象领域中很多人的思想，是从优秀的面向对象方法和丰富的计算机科学实践中总结而成的。

目前 UML 是应用最广泛、且实用的标准建模语言，而且还在不断发展进化之中。

UML 是一种建模语言而不是一种方法，其中并不包括过程的概念，它本身是独立于过程的，可以在使用过程中使用它。不过与 UML 结合最好的是用例驱动的、以体系结构为中心的、迭代的、增量的开发过程。

### 4.2.4 UML 的应用领域

作为一种标准建模语言，UML 的核心是以面向对象的思想来描述客观世界，具有广阔的应用领域。目前主要应用领域是在软件系统建模，但是它同样可以应用于其他领域，如机械系统、企业机构或业务过程，以及处理复杂数据的信息系统、具有实时要求的工业系统或工业过程等。总之，UML 是一个通用的标准建模语言，可以对任何系统的动态行为和静态行为进行建模。同时，标准建模语言 UML 可以对信息系统提供从需求分析到系统维护的整个生命周期提供有效的支持。

在需求分析阶段，可以通过用例模型来捕获和组织用户的需求，以及分析系统对于用户的价值。通过用例建模，描述对系统感兴趣的外部角色及其对系统（用例）的功能要求。分析阶段主要关心问题域中的主要概念（如抽象、类和对象等）和机制，以及这些概念之间的相互协作，并用 UML 类图来描述。至于类之间的协作关系则可以用交互图和顺序图来描述。在分析阶段，只对问题域的对象（现实世界的概念）建模，而不考虑定义软件系统中技术细节的类（如处理用户接口、数据库、通信和并行性等问题的类）。由于这些技术细节将在设计阶段引入，因此设计阶段为构造阶段提供更详细的规格说明。

编码阶段的主要任务是将设计阶段的设计结果转换成为实际的代码。在设计阶段需要注意的是不要过早地考虑设计结果要用哪种编程语言实现。如果过早地考虑这个问题，会使设计工作陷入细节的泥潭，不利于对模型进行全面理解。

标准建模语言 UML 还可以对测试阶段提供有效的支持。不同的测试阶段可以使用不同的 UML 图作为测试的依据。比如，在单元测试阶段，可以使用类图和类的规格说明来进行测试；在集成阶段，可以使用合作图，活动图和部署图；系统测试和验收测试阶段则可以使用顺序图和用例图来验证系统的外部行为。

总之，标准建模语言 UML 能够用面向对象的方法描述任何类型的系统，并对系统开发从需求调研到测试和维护的各个阶段进行有效的支持。

## 4.3 UML 的建模机制

UML 是一个通用的可视化建模语言，用于对软件进行描述、可视化处理、构造和建立软件系统的文档。它记录了对必须构造的系统的决定和理解，可用于对系统的理解、设计、浏览、配置、维护和信息控制。UML 适用于各种软件开发方法、软件生命周期的各个阶段、各种应用领域，以及各种开发工具，UML 是一种总结了以往建模技术的经验并吸收当今优秀成果的标准建模方法。UML 包括概念的语义、表示法和说明，提供了静态、动态、系统环境及组织结构的模型。它可被交互的可视化建模工具所支持，这些工具提供了代码生成器和报表生成器。UML 标准并没有定义一种标准的开发过程，但它适用于迭代式的开发过程。它是为支持大部分现存的面向对象开发过程而设计的。

UML 不是一种可视化的编程语言，但是 UML 描述的模型可与各种编程语言直接相连，即可把用 UML 描述的模型映射成编程语言。

UML 2.x 中包括 14 种不同的图，分为表示系统静态结构的静态模型（包括类图、对象图、复合结构图、构件图、部署图、包图），以及表示系统动态结构的动态模型（包括用例图、活动图、状态机图、顺序图、通信图、定时图、交互概观图、制品图）。

### 4.3.1 用例图

用例实例是在系统中执行的一系列动作，这些动作将生成特定参与者可见的价值结果。一个用例定义一组用例实例。它确定了一个和系统参与者进行交互、并可由系统执行的动作序列。用例模型描述的是外部执行者（Actor）所理解的系统功能。用例模型用于需求分析阶段，它的建立是系统开发者和用户反复讨论的结果，表明了开发者和用户对需求规格达成的共识。

在 UML 中，用例表示为一个椭圆。图 4-2 显示了一个个人图书管理系统的用例图。其中，“新增书籍信息”“查询书籍信息”“修改书籍信息”“登记外借情况”“查询外借情况”“统计金额与册数”等都是用例的实例。

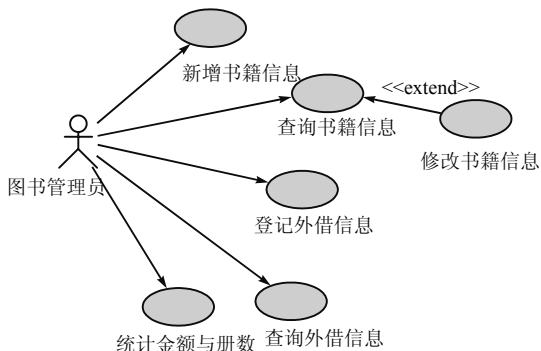


图 4-2 用例图示例

## 1. 参与者

参与者（Actor）代表与系统接口的任何事物或人，它是指代表某一种特定功能的角色，参与者都是虚拟的概念。在 UML 中，用一个小人表示参与者。

图 4-2 中的“图书管理员”就是参与者。对于该系统来说，可以充当图书管理员角色的可能有多个人，由于他们对于系统而言均起着相同的作用，扮演相同的角色，因此只使用一个参与者表示。切忌不要为每一个可能与系统交互的真人画出一个参与者。

可以通过以下问题来帮助你寻找到系统的相关参与者。

- 谁是系统的主要用户？
- 谁从系统获得信息？
- 谁向系统提供信息？
- 谁从系统删除信息？
- 谁支付、维护系统？
- 谁管理系统？
- 系统需要与哪些其他系统交互？
- 系统需要操纵哪些硬件？
- 在预设的时间内，有事情自动发生吗？
- 系统从哪里获得信息？
- 谁对系统的特定需求感兴趣？
- 几个人在扮演同样的角色吗？
- 一个人扮演几个不同的角色吗？
- 系统使用外部资源吗？
- 系统用在什么地方？

## 2. 用例

用例（Use Case）是对系统行为的动态描述，它可以促进设计人员、开发人员与用户的沟通，理解正确的需求，还可以划分系统与外部实体的界限，是系统设计的起点。在识别出参与者之后，可以使用下列问题帮助识别用例。

- 每个参与者的任务是什么？
- 有参与者将要创建、存储、修改、删除或读取系统中的信息吗？
- 什么用例会创建、存储、修改、删除或读取这个信息吗？
- 参与者需要通知系统外部的突然变化吗？
- 需要通知参与者系统中正在发生的事情吗？
- 什么用例将支持和维护系统？
- 所有的功能需求都对应到用例中了吗？
- 系统需要何种输入输出？输入从何处来？输出到何处？
- 当前运行系统的主要问题是什么？

### 3. 包含和扩展

两个用例之间的关系可以主要概括为两种情况：一种是用于重用的包含关系，用构造型`<<include>>`表示；另一种是用于分离出不同的行为，用构造型`<<extend>>`表示。

**（1）包含关系：**当你可以从两个或两个以上的原始用例中提取公共行为，或者发现能够使用一个组件来实现某一个用例的部分功能是很重要的事时，应该使用包含关系来表示它们，如图 4-3 所示。

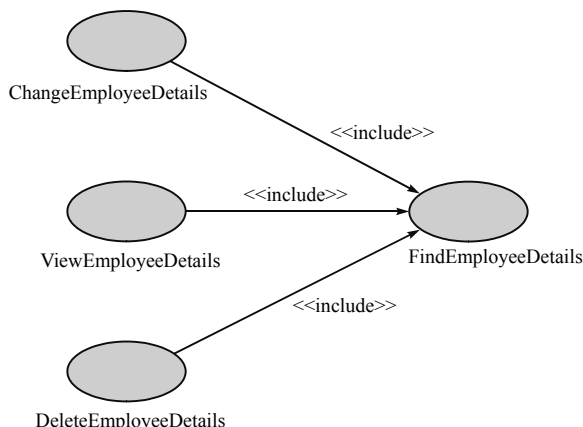


图 4-3 包含关系示例图

**（2）扩展关系：**如果一个用例明显地混合了两种或两种以上的不同场景，即根据情况可能发生多种事情。我们可以断定将这个用例分为一个主用例和一个或多个辅用例描述可能更加清晰，如图 4-4 所示。

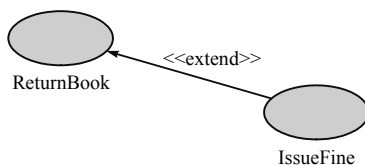


图 4-4 扩展关系示例图

## 4.3.2 类图和对象图

在面向对象建模技术中，对象是指现实世界中有意义的事物具有封装性和自治性的特点，而类是指具有相同属性和行为的一组对象。类（Class）、对象（Object）和它们之间的关联是面向对象技术中最基本的元素。对于一个想要描述的系统，其类模型和对象模型揭示了系统的结构。在 UML 中，类和对象模型分别由类图和对象图表示。类图技术是 OO 方法的核心。图 4-5 显示了一个小型图书管理系统的类图。



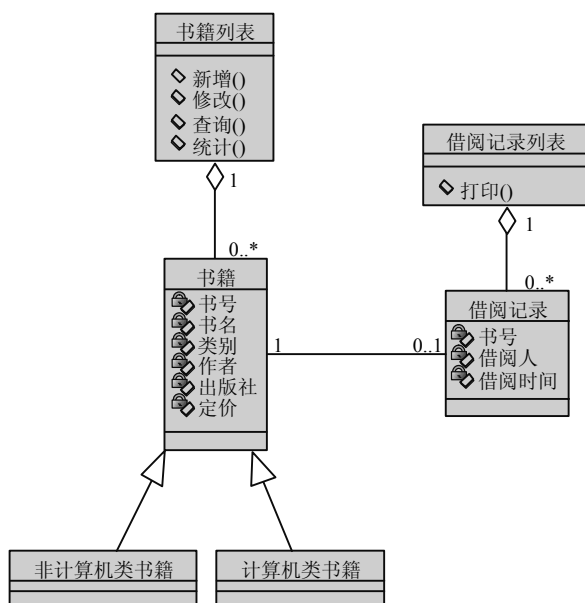


图 4-5 类图

## 1. 类和对象

对象与我们对客观世界的理解相关。它通常用来描述客观世界中的某个具体的事物。因为类（Class）是对一组具有相同属性，表现相同行为的对象的抽象。因此，对象是类的实例（Instance）。在 UML 中，类的可视化表示为一个划分成 3 个格子的长方形（下面两个格子可省略）。图 4-5 中，“书籍”“借阅记录”等都是类。

**（1）类的命名：**最顶部的格子包含类的名字。类的命名应尽量用应用领域中的术语，应明确、无歧义，以利于开发人员与用户之间的相互理解与交流。

**（2）类的属性：**中间的格子包含类的属性，用以描述该类对象的共同特点。该项可省略。图 4-5 中“书籍”类有“书名”“书号”等特性。UML 规定类的属性的语法为：“可见性属性名：类型=默认值{约束特性}”。

- 可见性包括 Public、Private 和 Protected，分别用+、-、#号表示。
- 类型表示该属性的种类：它可以是基本数据类型，例如整数、实数、布尔型等，也可以是用户自定义的类型。一般它由所涉及的程序设计语言确定。
- 约束特性则是用户对该属性性质一个约束的说明。例如“{只读}”说明该属性是只读属性。

**（3）类的操作（Operation）：**该项可省略。操作用于修改、检索类的属性或执行某些动作。操作通常也被称为功能，但是它们被约束在类的内部，只能作用到该类的对象上。操作名、返回类型和参数表组成操作界面。UML 规定操作的语法为“可见性：操作名（参数表）：返回类型{约束特性}”。

类图描述了类和类之间的静态关系。定义了类之后，就可以定义类之间的各种关系。

## 2. 类之间的关系

在建立抽象模型时,由于很少有类会单独存在,大多数都将会以某种方式彼此通信,因此我们还需要描述这些类之间的关系。关系是事物间的连接,在面向对象建模中,有四个很重要的关系。

(1) **依赖关系**。有两个元素 A、B,如果元素 A 的变化会引起元素 B 的变化,则称元素 B 依赖 (Dependency) 于元素 A。在 UML 中,使用带箭头的虚线表示依赖关系,如图 4-6 所示。

在类中,依赖关系有多种表现形式,如:一个类向另一个类发消息;一个类是另一个类的成员;一个类是另一个类的某个操作参数等。

(2) **泛化关系**。泛化关系描述了一般事物与该事物中的特殊种类之间的关系,也就是父类与子类之间的关系。继承关系是泛化关系的反关系,也就是说,子类是从父类中继承的,而父类则是子类的泛化。在 UML 中,使用带空心箭头的实线表示,箭头指向父类,如图 4-7 所示。



图 4-6 依赖关系的图示

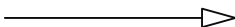


图 4-7 泛化关系的图示

在 UML 中,对泛化关系有三个要求。

- 子类应与父类完全一致,父类所具有的关联、属性和操作,子元素都应具有。
- 子类中除了与父类一致的信息外,还包括额外的信息。
- 可以使用父类实例的地方,也可以使用子类实例。

在如图 4-5 所示的例子中,“书籍”与“非计算机类书籍”之间就是泛化关系。

(3) **关联关系**。关联 (Association) 表示两个类的实例之间存在的某种语义上的联系。例如,一个老师在某学校工作,一个学校有多间教室。我们就认为教室和学校、学校和教室之间存在着关联关系。

关联关系为类之间的通信提供了一种方式,它是所有关系中最通用、语义最弱的。关联关系通常可以再细分成以下几种。

- **聚合关系**: 聚合关系 (Aggregation) 是关联关系的特例。聚合关系是表示一种整体和部分的的关系。如一个电话机包含一个话筒,一个电脑包含显示器,键盘和主机,这些都是聚合关系的例子。在 UML 中,聚合关系用一个带空心菱形的实线表示,空心菱形指向的是代表“整体”的类,如图 4-8 所示。
- **组合关系**: 如果聚合关系中的表示“部分”的类的存在,与表示“整体”的类有着紧密的关系,例如“公司”与“部门”之间的关系,那么就应该使用“组合”关系来表示。在 UML 中,使用带有实心菱形的实线表示。

(4) **实现关系**。实现关系是用来规定接口和实现接口的类或组件之间的关系。接

口是操作的集合，这些操作用于规定类或组件的服务。在 UML 中，使用一个带空心箭头的虚线表示，如图 4-9 所示。

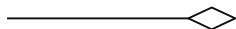


图 4-8 聚合关系的图示

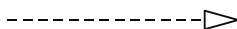


图 4-9 实现关系的图示

### 3. 类图

类图（Class Diagram）描述类和类之间的静态关系。与数据模型不同，它不仅显示了信息的结构，同时还描述了系统的行为。类图是面向对象建模中最重要的模型。

### 4. 对象图

UML 中对象图与类图具有相同的表示形式。对象图可以看作类图的一个实例。对象是类的实例，对象之间的链（Link）是类之间的关联的实例。对象与类的图形表示相似，均为划分成两个格子的长方形（下面的格子可省略）。上面的格子是对象名，对象名下有下画线；下面的格子记录属性值。链的图形表示与关联相似。对象图常用于表示复杂的类图的一个实例。

## 4.3.3 交互图

交互图（Interactive Diagram）是表示各组对象如何依某种行为进行协作的模型。通常可以使用一个交互图来表示和说明一个用例的行为。在 UML 中，包括两种不同形式的交互图，分别是强调对象交互行为顺序的顺序图，强调对象协作的协作图，它们之间没有什么本质不同，只是排版不尽相同而已。

### 1. 顺序图

顺序图（Sequence Diagram）用来描述对象之间动态的交互关系，着重体现对象间消息传递的时间顺序。顺序图允许直观地表示出对象的生存期。在生存期内，对象可以对输入消息做出响应，并且可以发送信息。图 4-10 是顺序图示例。

正如图 4-10 所示，顺序图存在两个轴，水平轴表示不同的对象，即图中的 Client、Factory、Product 等；而垂直轴表示时间，表示对象及类的生命周期。

对象间的通信通过在对象的生命线间画消息来表示。消息的箭头指明消息的类型。顺序图中的消息可以是信号、操作调用或类似于 C++ 中的 RPC（Remote Procedure Calls）和 Java 中的 RMI（Remote Method Invocation）。当收到消息时，接收对象立即开始执行活动，即对象被激活了。通过在对象生命线上显示一个细长矩形框来表示激活。

消息可以用消息名及参数来标志，消息也可带有顺序号。消息还可带有条件表达式，表示分支或决定是否发送消息。如果用于表示分支，则每个分支是相互排斥的，即在某

一时刻仅可发送分支中的一个消息。

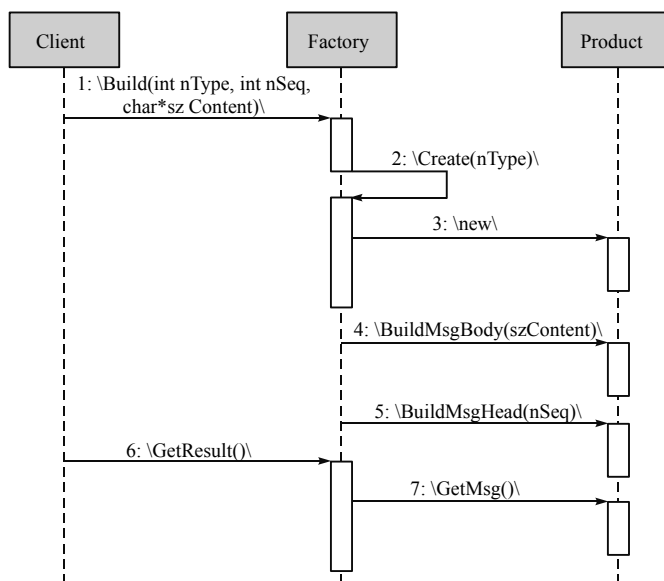


图 4-10 顺序图示例

## 2. 协作图（又称为通信图）

协作图（Collaboration Diagram）用于描述相互合作的对象间的交互关系和链接关系。虽然顺序图和协作图都用来描述对象间的交互关系，但侧重点不一样。顺序图着重体现交互的时间顺序，协作图则着重体现交互对象间的静态链接关系。图 4-11 是与图 4-10 相对应的协作图。

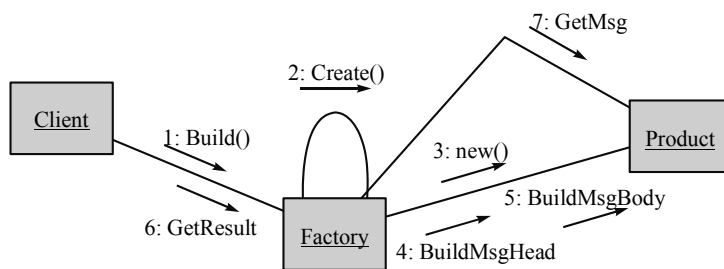


图 4-11 协作图示例

## 3. 定时图

定时图（timing diagram），也是一种交互图，它展现了消息跨越不同对象或角色的实际时间，而不仅仅只是关心消息的相对顺序。

## 4. 交互概观图

交互概观图是交互图和活动图的混合物。

### 4.3.4 状态图

状态图（State Diagram）用来描述对象状态和事件之间的关系。我们通常用状态图来描述单个对象的行为。它确定了由事件序列引出的状态序列，但并不是所有的类都需要使用状态图来描述它的行为。只有那些具有重要交互行为的类，我们才会使用状态图来描述。

图 4-12 是一个数码冲印店的订单状态图实例，状态图包括以下部分。

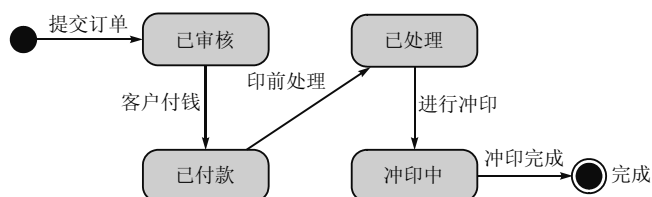


图 4-12 状态图示例

- (1) **状态**：又称为中间状态，用圆角矩形框表示；
- (2) **初始状态**：又称为初态，用一个黑色的实心圆圈表示，在一张状态图中只能有一个初始状态；
- (3) **结束状态**：又称为终态，在黑色的实心圆圈外面套上一个空心圆，在一张状态图中可能有多个结束状态；
- (4) **状态转移**：用箭头说明状态的转移情况，并用文字说明引发这个状态变化的相应事件是什么。

一个状态也可能被细分为多个子状态，如果将这些子状态都描绘出来的话，那这个状态就是复合状态。

状态图适合用于表述在不同用例之间的对象行为，但并不适合于表述包括若干协作的对象行为。通常不会需要对系统中的每一个类绘制相应的状态图，而会在业务流程、控制对象、用户界面的设计方面使用状态图。

### 4.3.5 活动图

活动图用来表示系统中各种活动的次序，它的应用非常广泛，既可用于描述用例的工作流程，也可以用来描述类中某个方法的操作行为。活动图是由状态图变化而来的，

它们各自用于不同的目的。活动图依据对象状态的变化来捕获动作（将要执行的工作或活动）与动作的结果。活动图中一个活动结束后将立即进入下一个活动（在状态图中状态的变迁可能需要事件的触发）。

### 1. 基本活动图

图 4-13 给出了一个基本活动图的例子。

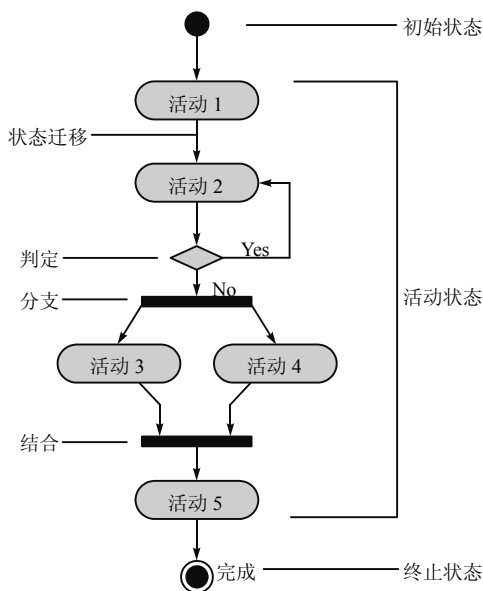


图 4-13 活动图示例

正如图 4-13 所示，活动图中与状态图类似，包括了初始状态、终止状态，以及中间的活动状态，每个活动之间，也就是一种状态的变迁。在活动图中，还引入了以下几个概念。

(1) **判定：**说明基于某些表达式的选择性路径，在 UML 中使用菱形表示。

(2) **分叉与结合：**由于活动图建模经常会遇到并发流，因此在 UML 中引入了如图 4-13 所示的粗线来表示分叉和结合。

### 2. 带泳道的活动图

在前面说明的基本活动图中，虽然能够描述系统发生了什么，但无法说明完成这个活动的对象。针对 OOP 而言，这就意味着活动图没有描述出各个活动由哪个类来完成。要想解决这个问题，可以通过泳道来解决这一问题。它将活动图的逻辑描述与顺序图、协作图的责任描述结合起来。下面是一个使用了泳道的例子，如图 4-14 所示。

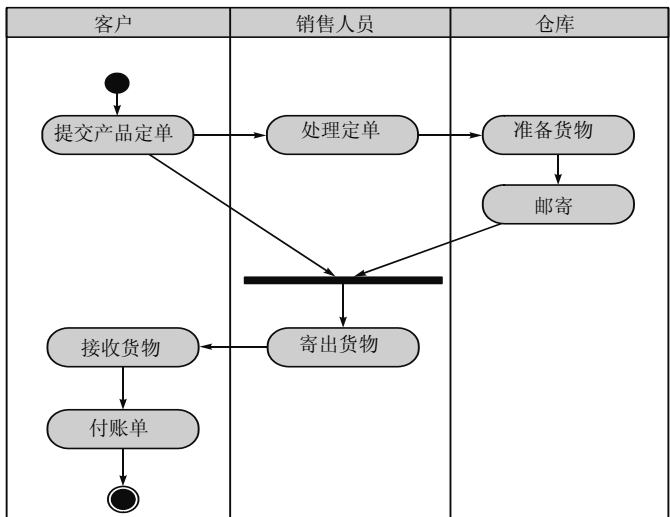


图 4-14 带泳道活动图示例

3. 对象流

在活动图中对象可以作为活动的输入或输出，对象与活动间的输入/输出关系由虚线箭头来表示。如果仅表示对象受到某一活动的影响，则可用不带箭头的虚线来连接对象与活动。

4. 信号

在活动图中可以通过信号的发送和接收标记来表示信号的发送和接收，发送和接收标志也可与对象相连，用于表示消息的发送者和接收者。

4.3.6 构件图

构件图是面向对象系统的物理方面进行建模时要用的两种图之一。它可以有效地显示一组构件，以及它们之间的关系。构件图中通常包括构件、接口，以及各种关系。图 4-15 所示是一个构件图的例子。

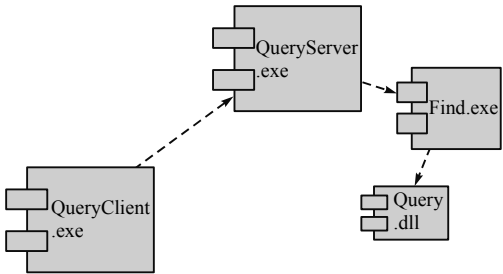


图 4-15 构件图示例

通常构件指的是源代码文件、二进制代码文件和可执行文件等。而构件图就是用来显示编译、链接或执行时构件之间的依赖关系。例如，在图 4-15 中，就是说明 Query Client.exe 将通过调用 QueryServer.exe 来完成相应的功能，而 QueryServer.exe 则需要 Find.exe 的支持，Find.exe 在实现时调用了 Query.dll。

通常，我们使用构件图可以完成以下工作。

- (1) **对源代码进行建模：**这样可以清晰地表示出各个不同源程序文件之间的关系。
  - (2) **对可执行体的发布建模：**如图 4-15 所示，将清晰地表示出各个可执行文件、DLL 文件之间的关系。
  - (3) **对物理数据库建模：**用来表示各种类型的数据库、表之间的关系。
  - (4) **对可调整的系统建模：**例如，对于应用了负载均衡、故障恢复等系统的建模。
- 在绘制构件图时，应该注意侧重于描述系统的静态实现视图的一个方面，图形不要过于简化，应该为构件图取一个直观的名称，在绘制时避免产生线的交叉。

### 4.3.7 部署图

部署图，也称为实施图，它和构件图一样，是面向对象系统的物理方面建模的两种图之一。构件图是说明构件之间的逻辑关系，而部署图则在此基础上更进一步，描述系统硬件的物理拓扑结构，以及在此结构上执行的软件。部署图可以显示计算结点的拓扑结构和通信路径、结点上运行的软件构件，常常用于帮助理解分布式系统。

图 4-16 就是与图 4-15 对应的部署图，这样的图示可以使系统的安装、部署更为简单。在部署图中，通常包括以下一些关键的组成部分。

#### 1. 节点和连接

节点（Node）代表一个物理设备，以及其上运行的软件系统，如一台 Windows NT 主机、一个 PC 终端、一台打印机、一个传感器等。

如图 4-16 所示，“客户端：PC”和“服务器”就是两个节点。在 UML 中，使用一个立方体表示一个节点，节点名放在左上角。节点之间的连线表示系统之间进行交互的通信路径，在 UML 中被称为连接。通信类型则放在连接旁边的“□□”之间，表示所用的通信协议或网络类型。

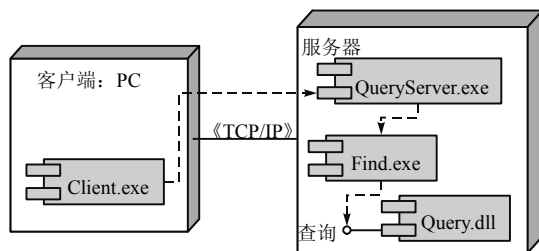


图 4-16 部署图示例



## 2. 构件和接口

在部署图中，构件代表可执行的物理代码模块，如一个可执行程序。逻辑上构件可以与类图中的包或类对应。例如在图 4-15 中，“服务器”节点中包含“QueryServer.exe”“Find.exe”和“Query.dll”3 个构件。

在面向对象方法中，类和构件等元素并不是所有的属性和操作都对外可见。它们对外提供了可见操作和属性，称为类和构件的接口。界面可以表示为一头是小圆圈的直线。在图 4-16 中，“Query.dll”构件提供了一个“查询”接口。

### 4.3.8 复合结构图

复合结构图，又称为复合图，显示类元内部结构，包括它与系统其他部分的交互点。也显示各部分的配置与关系，这些部分一起执行类元的行为。

类元素已经在类图部分被详细地阐述，这部分用来说明类表现复合元素的方式，如：暴露接口，包含端口和部件。

### 4.3.9 包图

包图就是用来描述包及其关系的图，我们通常用包图来描述系统、子系统的宏观组成和结构。

## 4.4 面向对象分析

综观计算机软件发展史，许多新方法和新技术都是在编程领域首先兴起，进而发展到软件生命周期的前期阶段——分析与设计阶段。结构化方法经历了从“结构化编程”“结构化设计”到“结构化分析”的发展历程，面向对象的方法也经历了从“面向对象的编程”（Object-Oriented Programming, OOP）、“面向对象的设计”（Object-Oriented Design, OOD）到“面向对象的分析”（Object-Oriented Analysis, OOA）的发展历程。1989 年之后，面向对象方法的研究重点开始转向软件生命周期的分析阶段，并将 OOA 和 OOD 密切地联系在一起，出现了一大批面向对象的分析与设计（OOA&D）方法。到目前为止，公开发表并具有一定影响的 OOA&D 方法已达数十种。

由于各种 OOA 方法所强调的重点与该方法的主要特色不同，因此所产生的 OOA 模型从整体形态、结构框架到具体内容都有较大的差异。

### 4.4.1 OMT 方法简介

1991 年，James Rumbaugh 在《面向对象的建模与设计》（*Object-Oriented Modeling*

and Design) 一书中提出了面向对象分析与设计的 OMT (Object Modeling Technique) 方法。20 世纪 90 年代中期, 笔者曾使用 OMT 方法开发了“印典”“书林”等排版系统。本书的 OOA 模型主要依据 OMT 方法, 同时参考了 Peter Coad 和 Edward Yourdon 的 OOA 模型。

OMT 方法的 OOA 模型包括对象模型、动态模型和功能模型。

- 对象模型表示静态的、结构化的系统的“数据”性质。它是对模拟客观世界实体的对象及对象彼此间的关系的映射, 描述了系统的静态结构。通常用类图表示。
- 动态模型表示瞬时的、行为化的系统的“控制”性质, 它规定了对象模型中的对象的合法变化序列。通常用状态图表示。
- 功能模型表示变化的系统的“功能”性质, 由于它指明了系统应该“做什么”, 因此更直接地反映了用户对目标系统的需求。通常用数据流图表示。

OMT 方法的三个模型, 分别从三个不同侧面描述了所要开发的系统: 功能模型指明了系统应该“做什么”; 动态模型明确了什么时候做(即在何种状态下接受了什么事情的触发); 对象模型则定义了做事情的实体。这三种模型相互补充、相互配合, 三者之间具有下述关系。

(1) 动态模型展示了对对象模型中每个对象的状态及它接受事件和改变状态时所执行的操作; 而功能模型中的处理则对应于对象模型中的对象所提供的服务。

(2) 对象模型展示了动态模型中是谁改变了状态和经受了操作; 而功能模型中的处理则可能产生动态模型中的事件。

(3) 对象模型展示了功能模型中的动作者、数据存储和流的结构; 而动态模型则展示了功能模型中执行加工的顺序。

### 1. 建立对象模型

Peter Coad 和 Edward Yourdon 在 1991 年出版的《面向对象的分析》(*Object-Oriented Analysis*) 一书中指出, 复杂系统的对象模型通常由下述五个层次组成: 类及对象层、结构层、主题层、属性层和服务层。上述五个层次对应着建立对象模型的五项主要活动: 确定类与对象、确定结构与关联、划分主题、定义属性和定义服务。但这五项活动完全没必要顺序完成, 也无需彻底完成一项活动之后再开始另外一项活动。

(1) **确定类与对象。**类与对象是在问题域中客观存在的, 系统分析的重要任务之一就是找出这些类与对象。首先找出所有候选的类与对象, 然后进行反复筛选, 删除不正确或不必要的类与对象。

(2) **确定结构与关联。**结构与关联反映了对象(或类)之间的关系, 主要有以下几种。

- 一般-特殊结构(Generalization-Specialization Structure), 又称分类结构(Classification Structure), 是由一组具有一般-特殊关系(继承关系)的类所组成的结构。一般-特殊关系(Generalization-Specialization Relation)的表达式为 is a kind of。

- 整体-部分结构 (Whole-Part Structure), 又称组装结构 (Composition Structure), 是由一组具有整体-部分关系 (组成关系) 的类所组成的结构。整体-部分关系 (Whole-Part Relation) 的表达式为 has a。
- 实例关联 (Instance Connection), 即一个类的属性中含有另一个类的实例 (对象), 它反映了对象之间的静态联系。
- 消息关联 (Message Connection), 即一个对象在执行自己的服务时需要通过消息请求另一个对象为它完成某个服务, 它反映了对象之间的动态联系。

(3) **划分主题**。在开发大型、复杂软件系统的过程中, 为了降低复杂程度, 需要把系统划分成几个不同的主题。注意, 应该按问题域而不是用功能分解方法来确定主题, 应该按照使不同主题内的对象相互间依赖和交互最少的原则来确定主题。

(4) **定义属性**。为了发现对象的属性, 首先考虑借鉴以往的 OOA 结果, 看看相同或相似的问题域是否有已开发的 OOA 模型, 尽可能复用其中同类对象的属性定义。然后, 按照问题域的实际情况, 以系统责任为目标进行正确的抽象, 从而找出每一对象应有的属性。

(5) **定义服务**。发现和定义对象的服务, 也应借鉴以往同类系统的 OOA 结果并尽可能加以复用。然后, 研究问题域和系统责任以明确各个对象应该设立哪些服务, 以及如何定义这些服务。

## 2. 建立动态模型

建立动态模型的第一步, 是编写典型交互行为的脚本。虽然脚本中不可能包括每个偶然事件, 但至少必须保证不遗漏常见的交互行为。第二步, 从脚本中提取出事件, 确定触发每个事件的动作对象及接受事件的目标对象。第三步, 排列事件发生的次序, 确定每个对象可能有的状态及状态间的转换关系, 并用状态图描绘它们。最后, 比较各个对象的状态图, 检查它们之间的一致性, 确保事件之间的匹配。

## 3. 建立功能模型

OMT 方法中的功能模型实际上就是结构化方法中的数据流图。从这点看, OMT 方法并不是“纯”面向对象的。这是 OMT 方法的一大缺陷。

1992 年, Ivar Jacobson 在《面向对象的软件工程——用例驱动的途径》(Object-Oriented Software Engineering, A Use Case Driven Approach) 中首次提出了“用例”(use case) 的概念。随后, 有人提出以用例图取代数据流图进行需求分析和建立功能模型, 这应该被看成对 OMT 方法的重大改进。使用用例图建立起来的系统模型也被称为用例模型。

### 4.4.2 用 UML 进行分析

首先, 我们结合图 4-17 来领会一下 OO 的世界观。

在结构化的理论基础下，我们会将应用分解成为一个个功能模块、子功能模块、功能接口等，它完全与现实问题域的东西没有具体的联系。从图 4-17 可以看出，使用 OO 的思想所建立的系统模型就是对问题域的完整的、直接的映射。也就是从现实世界中抽象出一个模型，然后在计算机中实现出来。

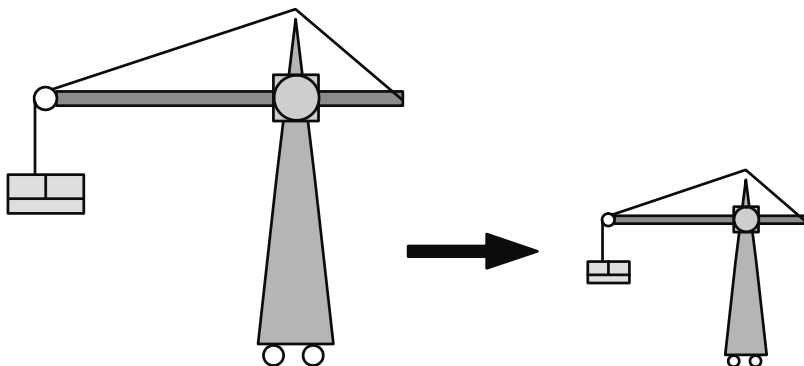


图 4-17 OO 世界观

也就是说，从面向对象的角度来看，世界是由对象组成的。由于任何给出的业务功能都是由一整套协作的对象所支持实现的。因此，采用面向对象分析方法时，我们需要识别出与系统相关的对象，并且描述这些对象的属性，以及它们之间的关系；另一方面，我们还需要了解这些对象之间是如何协作，从而完成系统功能的。

综上所述，采用面向对象分析方法，整个分析阶段通常包括以下两个工作任务：建立一个反映问题域静态关系的概念模型，通常使用类图来表示；建立一个反映系统行为的动态模型，即用例模型。

### 1. 建立域模型

“问题域”是指一个包含现实世界事物与概念的领域，这些事物和概念与所设计的系统要解决的问题有关。而建立概念模型，又称为问题域建模或域建模，也就是找到代表那些事物与概念的“对象”。

**(1) 寻找类。**寻找类的方法有很多种，其中最广泛应用的莫过于“名词动词法”，也就是阅读需求文档，找出名词和名词短语，从中提取对象与属性，通常带有所有格的名词是属性而非对象。找出动词与动词短语，从中提取操作与关联。

第一步：列出所有的备选类。即将需求中所有的名词和名词短语列举出来。

第二步：决定候选类。很显然，不是所有的名词和名词短语都是系统中的一个合适的候选类，因为有的在系统之外，有的与系统不相关，有的名词概念较小，只适合于作为某个候选类的属性。因此，我们必须对其进行筛选，将不合适的滤掉。

不过，在采用名词动词法寻找类的时候，有些团队会陷入一个误区，那就是花费过多的时间，甚至到了“咬文嚼字”的地步，这样会使分析迷失方向。

(2) **确定类之间的关联。**当我们完成了类的寻找工作之后，需要理清这些类之间的层次关系，如关联、继承、聚合等，然后通过 UML 的类图工具将这些关系记录下来。如图 4-18 所示是一个与个人藏书管理系统相关的领域模型。

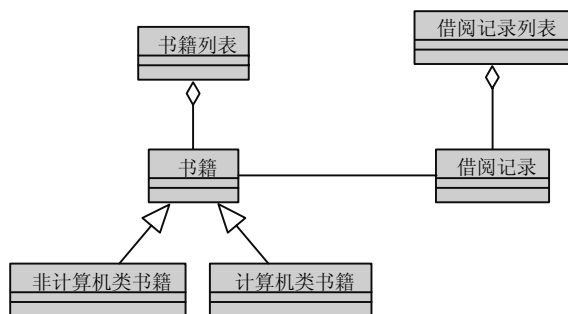


图 4-18 域模型示例 (1)

当完成了这些关联关系的建模之后，需要细化这些关系的描述。例如，我们从图 4-18 中就会产生一些疑问，如一本书可以有几条借阅记录等。这就需要将它们之间的多重性进行一些描述，当然这些描述必须是来源于业务规则，与领域相关的，如果还不清晰的可以暂时放在一边。如图 4-19 所示是一个修改过后的模型。

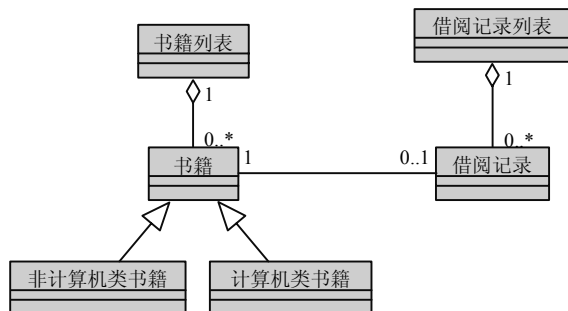


图 4-19 域模型示例 (2)

通过关联关系的识别与建模，我们可以对问题域中的各个类之间层次结构关系、协作关系有一个相对完整的认识与理解。

(3) **为类添加职责。**在前面两步中，我们找到了与问题域本质相关的主要概念类，而且还理清了它们之间的协作关系，此后就应该为这些类添加其相应的主要职责。什么是类的职责呢？类的职责包括以下两方面的内容：

- 类所维护的知识即成员变量，属性；
- 类能够执行的行为也就是成员方法。

不过要注意的是，为类添加职责与找到类之间的关联关系一样，这个阶段也只是找到那些主要的、明显的、与业务规则相关的部分。切忌在这个阶段不断地细化，甚至引

入一些与具体实现相关的技术内容，如数据库、分布式对象之类的东西。

你可以通过 CRC 技术来发现这些类的职责，然后在原来的类模型的基础上进行完善，图 4-20 是一个完成了主要类职责之后的概念模型。

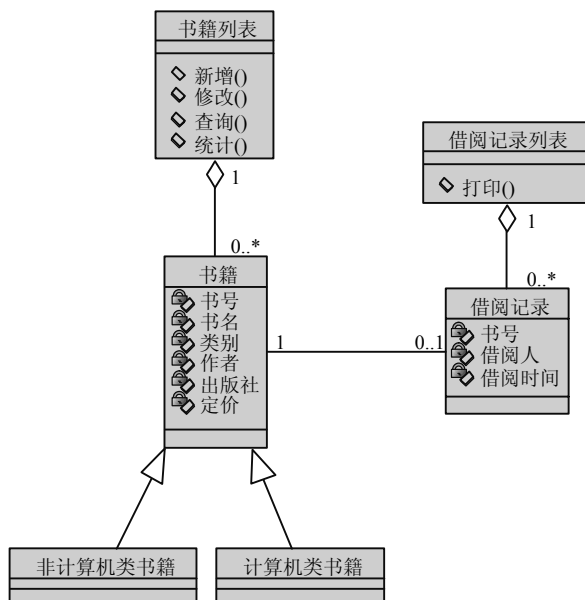


图 4-20 完整的域模型示例

**（4）域模型的详细度。**在前面，我们一再强调，在做域模型时要适度，那么到底应该详细到什么程度呢？有些关于 OO 的书建议只列出类，以及类之间的主要关联关系，不要对关联关系进行描述，更不要体现类的职责；而有些 OO 的书则认为应该将这些东西都列出来。其实干巴巴地讨论这个问题是没有任何意义的，根据笔者长期的实践，总结了以下两点。

- 由于概念模型的目的是让开发团队对问题域建立一个全貌式的了解，并作为今后进一步深化建立的基础，因此不妨取中庸之道，将需求描述中所谈到的主要内容都反馈到概念模型中去，而无须顾及其是关联关系还是职责描述；
- 概念模型是在开发过程中生产出来的第一个系统的静态模型，随着开发活动的推进，该模型将会随之加入新内容，改掉旧内容，逐渐完善，演变完整。

总之，模型不是我们要生产的目标产物，而是过程中的一个辅助工作，只要能够利用其帮助团队更好的开发，那就是详细也罢、简约也罢，都是好模型。

## 2. 建立用例模型

有些制作精细的“模型车”不管从外观还是内部结构上都与真车一模一样，但是却不能够像真车那样行驶，缺了什么呢？缺的是每个零件只是“神似”，而非“真是”，换

一句话说就是处于静态状态下是相像的，但是无法动起来，无法实现这些零件本该实现的功能，这就使得模型车无法真正地开起来。

当我们完成了概念模型的建立时，仅仅是打造完成了一辆“模型车”而已，只能帮助开发团队更好地理解系统所涉及的问题领域，帮助对要开发系统相关的业务知识建立正确、完整、清晰的理解。但还无法开始构建系统。要想让“模型车”开起来，最重要的就是建立反映系统行为的动态模型，也就是用例模型。

**(1) 用例是什么？**Ivar Jacobson 是这样描述的：“用例实例是在系统中执行的一系列动作，这些动作将生成特定参与者可见的价值结果。一个用例定义一组用例实例。”

首先，我们从定义中得知用例是由一组用例实例组成的，用例实例也就是常说的“使用场景”，是用户使用系统的一个实际的、特定的场景。其次，我们可以知道，用例应该给参与者带来可见的价值，这点很关键。最后，用例是在系统中的。

**(2) 用例模型是如何产生的？**用例技术自从诞生起，就被广为关注，现在已经成为现代软件工程公认的最佳需求分析技术之一。近几年来，在国内的开发团队中也开始逐渐被接受，不过由于国内认识用例是从 UML 开始的，因此许多人误把用例图当作用例模型。另外，还有许多开始使用用例分析的开发组织，误将其当作一种分解技术，致使做出来的分析与功能分解酷似，以致失去了用例分析技术带来的益处。

其实，用例分析技术是一种需求合成技术，它的合成过程如图 4-21 所示。

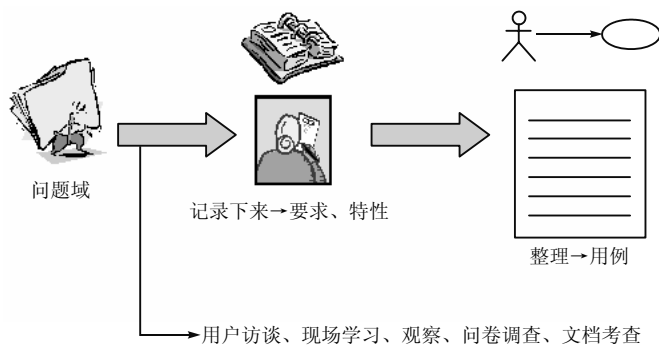


图 4-21 用例建模过程示意图

用例分析技术也就是采用现有的需求捕获技术从客户、原有系统、文档中找到需求，记录下来，然后从这个零散的要求、特性中进行整理、提炼，从而建立用例模型。千万记住，不要尝试向你的客户询问诸如“你还有什么用例吗？”之类的问题。

**(3) 识别参与者。**参与者 (Actor) 是同系统交互的所有事物，该角色不仅可以由人承担，还可以是其他系统、硬件设备、甚至是时钟。

- 其他系统：当你的系统需要与其他系统交互时，如在开发 ATM 柜员机系统时，银行后台系统就是一个参与者。
- 硬件设备：如果你的系统需要与硬件设备交互时，如在开发 IC 卡门禁系统时，

IC 卡读写器就是一个参与者。

- 时钟：当你的系统需要定时触发时，时钟就是一个参与者，如在开发 Foxmail 中的“定时自动接收”功能时，就需要引入时钟作为参与者。

要注意的是，参与者一定在系统之外，不是系统的一部分。我们可以通过谁使用这个系统？谁安装这个系统？谁启动这个系统？谁维护这个系统？谁关闭这个系统？哪些其他的系统使用这个系统？谁从这个系统获取信息？谁为这个系统提供信息？是否有事情自动在预计的时间发生？等一系列问题来帮助发现系统的参与者。

**（4）合并需求获得用例。**将参与者都找到之后，接下来就是仔细地检查参与者，为每一个参与者确定用例。而其中的依据主要来源于已经获取到的“特征表”。

- 将特征分配给相应的参与者：首先，要将这些捕获到的特征，分配给与其相关的参与者，以便针对每一个参与者进行工作，而无遗漏。
- 进行合并操作：在合并之前，我们首先还要明确为什么要合并，知道了合并的目的，也就会使我们选择正确的合并操作。一个用例就是一个对参与者来说可见的价值结果，因此合并的根据就是使其能够组合为一个可见的价值结果。

合并后，将产生用例，而用例的命名应该注意采用“动词（短语）+名词（短语）”的形式，而且最好能够对其进行编号，这也是实现跟踪管理的重要技巧，通过编号可以将用户的需求落实到特定的用例中去。

**（5）绘制成用例图。**最后将识别到的参与者，以及合并生成的用例通过用例图的形式整理出来，以获得用例模型的框架，也算是得到一个中间的成果，如图 4-22 所示。

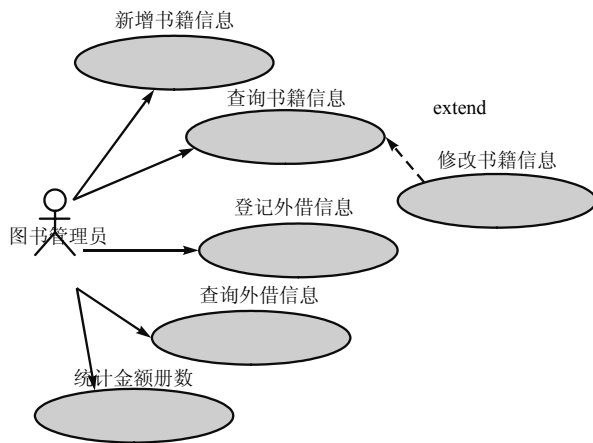


图 4-22 用例图示例

千万不要以为到此用例分析就结束了。这仅仅是一个好的开端，接下来的工作才是最重要的一环，也是用例发挥作用的关键。

**（6）细化用例描述。**用例的描述可以迭代完成，先对一些重要的用例编制相对细致的用例描述，对于一些不重要的，可以留待以后再补充完成。



用例描述通过包括以下几个部分完成。

① 用例名称：应该与用例图相符，并写上其相应的编号。

② 简要说明：对该用例对参与者所传递的价值结果进行描述，应注意语言简要，使用用户能够阅读的自然语言。

③ 事件流：也就是该用例所完成的工作步骤，在编写时应该注意以下几点。

- 使用简单的语法：主语明确，语义易于理解。
- 明确写出“谁控制球”：即在事件流描述中，让读者直观地了解是参与者在控制还是系统在控制。
- 从俯视的角度来编写：指出参与者的动作，以及系统的响应，也就是第三者的角度。
- 显示过程向前推移：也就是第一步都有前进的感觉（例如，用户按下 `tab` 键作为一个事件就是不合适的）。
- 显示参与者的意图而非动作（光有动作，让人不容易直接从事件流中理解用例）；
- 包括“合理的活动集”（带数据的请求、系统确认、更改内部、返回结果）。
- 用“确认”而非“检查是否”，例如“系统确认所输入的信息中书名未有重名”。
- 可有选择地提及时间限制。

另外，事件流的编写过程也是可以分阶段、迭代进行的，对于优先级高的用例花更多的时间进行细化；对优先级低的用例可以先简略地将主要事件流描述清楚。另外，对于一些事件流较为复杂的，可以在用例描述中引用顺序图、状态图、协作图等手段进行描述。

④ 非功能要求：主要对该用例所涉及的非功能性需求进行描述。由于其通常很难在事件流中进行表述，因此单列为一小节进行阐述。这些需求通过包括法律法规、应用程序标准、质量属性（可用性、可靠性、性能、支持性等）、兼容性、可移植性，以及设计约束等方面的需求。在这些需求的描述方面，一定要注意使其可度量、可验证，否则就容易流于形式，形同摆设。

⑤ 前置条件：是执行用例之前必须存在的系统状态，这部分内容如果在当前不容易确定可以在后面再细化。

⑥ 后置条件：用例执行完毕系统可能处于的一组状态，这部分内容如果在当时不容易确定也可以在后面再细化。

⑦ 扩展点：如果包括扩展或包含用例，则写出扩展或包含用例名，并说明在什么情况下使用。在本例中，由于用例图里没有相应的内容，因此可以直接写无。如果有，则应该在编写事件流的同时进行编写。

⑧ 优先级：说明用户对该用例的期望值，可以为以后开发时制订先后顺序。可以采用满意度/不满意度指标进行说明，其中满意度的值为 0~5，指如果实现该功能，用户的满意程度；而不满意度的值也为 0~5，是指如果不实现该功能，用户的不满意程度。

下面是图 4-22 中所对应的其中一个较重要的用例“新增书籍信息”的用例描述，这里给出的是一个相对完整的版本，这些内容不一定要一次完成。

1. 用例名称  
新增书籍信息（UC01）
2. 简要说明  
录入新购书籍信息，并自动存储建档。
3. 事件流
  - 3.1 基本事件流
    - 1) 图书管理员向系统发出“新增书籍信息”请求；
    - 2) 系统要求图书管理员选择要新增的书籍是计算机类还是非计算机类；
    - 3) 图书管理员做出选择后，显示相应界面，让图书管理员输入信息，并自动根据书号规则生成书号；
    - 4) 图书管理员输入书籍的相关信息，包括：书名、作者、出版社、ISBN 号、开本、页数、定价、是否有光盘；
    - 5) 系统确认输入的信息中书名未有重名；
    - 6) 系统将所输入的信息存储建档。
  - 3.2 扩展事件流
    - 1) 如果输入的书名有重名现象，则显示出重名的书籍，并要求图书管理员选择修改书名或取消输入；
    - 2) 图书管理员选择取消输入，则结束用例，不做存储建档工作；
    - 3) 图书管理员选择修改书名后，转到基本事件流 5)。
4. 非功能需求  
无特殊要求。
5. 前置条件  
用户进入图书管理系统。
6. 后置条件  
完成新书信息的存储建档。
7. 扩展点  
无
8. 优先级  
最高（满意度 5，不满意度 5）

## 4.5 面向对象设计

与结构化方法不同，面向对象的方法并不强调分析与设计之间严格的阶段划分。因为 OOA 与 OOD 所采用的概念、原则和表示法都是一致的，二者之间不存在鸿沟，不

需要从分析文档到设计文档的转换,所以有些工作无论在分析时进行还是在设计时进行都不存在障碍。当然,OOA 与 OOD 仍然有不同的分工和侧重点。

关于 OOA 与 OOD 的关系,目前有两种不同的观点。

一种观点是继续沿用传统的分工——分析着眼于系统“做什么”,设计解决“怎么做”的问题。而 Peter Coad 和 Edward Yourdon 的 OOA&D 方法则采用了另外一种分工方式——分析阶段只考虑问题域和系统责任,建立一个独立于实现的 OOA 模型;设计阶段考虑与实现有关的因素,对 OOA 模型进行调整并补充与实现有关的部分,形成 OOD 模型。

### 4.5.1 Coad/Yourdon 方法

Coad/Yourdon 方法严格区分了面向对象分析 OOA 和面向对象设计 OOD。该方法利用五个层次和活动定义和记录系统行为输入和输出。这五个层次的活动包括:

(1) **发现类及对象**。描述如何发现类及对象。从应用领域开始识别类及对象,形成整个应用的基础,然后,据此分析系统的责任。

(2) **识别结构**。该阶段分为两个步骤:第一,识别一般-特殊结构,该结构捕获了识别出的类的层次结构;第二,识别整体-部分结构,该结构用来表示一个对象如何成为另一个对象的一部分,以及多个对象如何组装成更大的对象。

(3) **定义主题**。主题由一组类及对象组成,用于将类及对象模型划分为更大的单位,便于理解。

(4) **定义属性**。其中包括定义类的实例(对象)之间的实例连接。

(5) **定义服务**。其中包括定义对象之间的消息连接。

在面向对象分析阶段,经过五个层次的活动后的结果是一个分成五个层次的问题域模型,包括主题、类及对象、结构、属性和服务五个层次,由类及对象图表示。5 个层次活动的顺序并不重要。

### 4.5.2 Booch 方法

动态逻辑模型描述对象之间的互相作用。互相作用通过一组协同的对象,对象之间消息有序的序列,参与对象的可见性定义,定义系统运行时的行为。Booch 方法中的对象交互作用图被用来描述重要的互相作用,显示参与的对象和对象之间按时间排序的消息。可见性图用来描述互相作用中对象的可见性。对象的可见性定义了一个对象如何处于向它发送消息的方法的作用域之中。例如,它可以是方法的参数、局部变量、新的对象或当前执行方法的对象的部分。静态物理模型通过模块描述代码的布局。动态物理模型描述软件的进程和线程体系结构。

Booch 方法的过程包括以下步骤:

- (1) 在给定的抽象层次上识别类和对象；
- (2) 识别这些对象和类的语义；
- (3) 识别这些类和对象之间的关系；
- (4) 实现类和对象。

这四种活动不仅仅是一个简单的步骤序列，而是对系统的逻辑和物理视图不断细化的迭代和渐增的开发过程。

类和对象的识别包括找出问题空间中关键的抽象和产生动态行为的重要机制。开发人员可以通过研究问题域的术语发现关键的抽象。语义的识别主要是建立前一阶段识别出的类和对象的含义。开发人员确定类的行为（即方法）和类及对象之间的互相作用（即行为的规范描述）。该阶段利用状态转移图描述对象的状态的模型，利用时态图（系统中的时态约束）和对象图（对象之间的互相作用）描述行为模型。

### 4.5.3 Jacobson 方法

Jacobson 方法与上述 3 种方法有所不同，它涉及整个软件生命周期，包括需求分析、设计、实现和测试等四个阶段。需求分析和设计密切相关。需求分析阶段的活动包括定义潜在的角色（角色指使用系统的人和与系统互相作用的软、硬件环境），识别问题域中的对象和关系，基于需求规范说明和角色的需要发现用例，详细描述用例。设计阶段包括两个主要活动，从需求分析模型中发现设计对象，以及针对实现环境调整设计模型。第一个活动包括从用例的描述发现设计对象，并描述对象的属性、行为和关联。在这里还要把用例的行为分派给对象。

在需求分析阶段的识别领域对象和关系的活动中，开发人员识别类、属性和关系。关系包括继承、熟悉（关联）、组成（聚集）和通信关联。定义用例的活动和识别设计对象的活动，两个活动共同完成行为的描述。Jacobson 方法还将对象区分为语义对象（领域对象）、界面对象（如用户界面对象）和控制对象（处理界面对象和领域对象之间的控制）。

## 第 5 章 工作流和业务流程重构

### 5.1 工作流定义

在工作流方面目前的权威性机构是“工作流管理联盟”(Workflow Management Coalition, WFMC)。它成立于 1993 年 8 月,目前已拥有 130 余个成员,成员包括工作流产品的供应者、应用者,有关大学、研究机构和个人,是一个国际性的非营利性组织。在最近的投资成员(Funding members)清单中,可以看到诸如 Baan、HP、IBM、Microsoft、Oracle、Peoplesoft、SAP AG、Xerox 等机构。

根据 WFMC 的定义,工作流(Work Flow)就是自动运作的业务过程部分或整体,表现为参与者对文件、信息或任务按照规程采取行动,并令其在参与者之间传递。简单地说,工作流就是一系列相互衔接、自动进行的业务活动或任务。我们可以将整个业务过程看成一条河,其中流过的就是工作流。

工作流管理(Workflow Management, WFM)是人与电脑共同工作的自动化协调、控制和通信,在电脑化的业务过程上,通过在网络上运行软件,使所有命令的执行都处于受控状态。在工作流管理下,工作量可以被监督,分派工作到不同的用户达成平衡。

根据 WFMC 的定义,工作流管理系统(Workflow Management System, WFMS)通过软件定义、创建工作流并管理其执行。它运行在一个或多个工作流引擎上,这些引擎解释对过程的定义,与工作流的参与者(包括人或软件)相互作用,并根据需要调用其他的 IT 工具或应用。

总体来说,实际企业中运作的工作流管理系统,是一个“人-电脑”结合的系统。它的基本功能体现在以下几个方面。

- (1) 定义工作流,包括具体的活动、规则等,这些定义是同时被人及电脑所“理解”的。
- (2) 遵循定义创建和运行实际的工作流。
- (3) 监察、控制、管理运行中的业务(工作流),例如任务、工作量与进度的检察、平衡等。

### 5.2 工作流特征

工作流是一个复杂的系统,它具备下面的特征。

(1) **自动化**。“自动化”(Automate)是工作流的一个特征,但这主要是指它自动进行的特征,而不是说没有人的参与。工作流实际上是一个人-电脑协调的混合过程,在一个实际的工作流中,通常总有些步骤是人完成的。协调是工作流管理的一个目标或者特征,这包括了人与人、人与电脑、电脑(软件)之间等多种层面的含义。

(2) **监察和控制**。监察(Monitoring)与控制(Control)是工作流系统的重要功能与特征。这不仅包括对正在发生的业务过程(工作流),还包括它的定义或改变(比如BPR的过程)。这是工作流系统带给我们的明显好处之一。

(3) **业务重规划**。从逻辑上,对工作流的关注和研究可以看成对业务过程重规划(BPR)的一种深化。BPR的观点,要求我们将眼光投向实际业务进行的过程,但这个过程应当是什么样的,怎样分析、构造?工作流就是一个具体的、操作性的答案,它可以令我们从神秘的、难以预测和控制的“头脑风暴式”的“艺术的”业务过程创造,变成解析的、技术的、可控制和预测的工程化过程,如此,才真正体现出 re-engineering 中 engineering 的意义。

工作流与 BPR 的概念,已经被几乎所有的研究者联系在一起研究和应用。在这个领域有一个非常活跃的组织,即国际工作流与重规划协会(Workflow And Reengineering International Association, WARIA)。

无论从理论、方法上,还是对象、内容上,我们都有理由将“工作流”看成企业工程的一部分。实际上,已有的关于工作流体系的描述,本身就是一个通用的业务模型框架。仅仅囿于工作流是不够的,必须对整个体系的目标及所有相关要素综合考虑——这正是企业工程。

## 5.3 工作流和传统管理软件

传统的管理软件注重解决企业应用层现存的问题(例如提高企业的资源配置率或提高单一员工的生产效率)。例如:Excel 可以提高员工画表格的效率;财务软件可以规范财务人员的工作并提高账目查询的效率;CRM 可以规范客户管理从而使客户资源掌握在公司手中而不是被一部分业务人员把持并提高客户响应时间;ERP 解决的是如何配置企业资源,使企业的人力资源、财力资源和物资资源能够根据业务的需求实现最大化配置。

工作流系统关注的是如何缩短流程闲置时间,从而提高企业的业务处理能力并使企业能够关注于真正对企业有意义的增值业务上。从建立企业神经系统的角度也许更能理解两者的区别。

传统软件不能解决工作流的问题,例如 ERP 关注的是企业的资源配置,但不可能解决资源传输过程中的损耗和降低传输(流程)的成本;同样工作流系统也不能完全解决传统管理软件所能解决的问题,例如对生产管理的 MRP 系统所能解决的生产过程控

制，通过工作流系统很难实现。

但一个好的传统软件如果希望能自动化地在整个企业中应用起来，必须有一个强大的逻辑层，用以解决信息传递的逻辑判断和自动流转，这个时候就需要工作流系统的平台。

由以上分析可以看出，工作流系统与传统管理软件有明显的不同：

- (1) 工作流系统和传统管理软件不是同一种软件，不具可比性；
- (2) 工作流系统对于已经有传统管理软件的企业的作用非常明显，可以借此平台整合企业的各种应用系统，使之成为一个完整的企业级应用，也就是通常所说的 EAI；
- (3) 具备工作流系统功能的管理软件（工作流系统与传统管理软件的结合）对于传统管理软件有绝对的优势；
- (4) 工作流系统可以根据企业的需要开发解决信息传递问题的流程，以及帮助企业开发与现有应用系统的接口。

与以往已经被采用的企业 IT 应用体系，例如，MRPII 或 ERP 相比，WFMS 是一个相当重要的里程碑。（ERP 的概念并不确定，这里仅就其基本或较早期的含义而言。）从用户的角度，WFMS 带来（或将要带来）的变化是极其强烈的，甚至可以形容为一种用户“梦想”的实现。

在一些老的“模块化”的产品中，系统的设计通常是基于任务分割的，作业项目之间是分裂的。面向对象的技术，并不能直接解决这个问题，相反，往往使系统变得更加混乱和琐碎。从操作上，典型地，我们必须不断地在层次结构的功能表（比如下拉菜单）或对象之间“进进退退”，或者在“神出鬼没”的对象，以及相关菜单中捉迷藏。

工作流管理系统是一个真正的“人-机”系统，用户是系统中的基本角色，是直接的任务分派对象，他或她可以直接看到电脑针对自己列出的“任务清单”，跟踪每一项任务的状态，或继续一项任务，而不必从一个模块退出，进入另一个模块，搜索相应任务的线索。前者是面向功能或对象的，而后者是直接面向用户的。这样，用户的任务分派和任务的完成状态，可以被最大程度地电脑化和受到控制。

## 5.4 业务流程重构

企业流程自动化的应用平台工作流管理系统最直接的用途就是和企业业务流程重构（Business Process Reengineering, BPR）技术相结合管理企业的各种流程，实现企业流程的自动化。BPR 是对企业过程中的核心流程进行根本的重思考和彻底的重设计，以便在现有衡量企业表现的关键如成本、品质、服务和速度等方面获得戏剧化的改善。

许多企业对其流程进行了重组，取得了巨大的效果，例如，IBM 信贷公司通过实施流程重组，把为顾客提供融资服务的周期缩短了 90%（由原来的 7 天压缩为 4 个小时）；柯达公司对新产品开发实施流程重组，结果把 35 毫米焦距一次性照相机从概念设

计到生产所需要的开发时间缩短了 50%，从原来的 38 周降低到 19 周。

业务流程重组 BPR 是对企业的业务流程进行根本性的再思考和彻底性的再设计，从而获得可以用诸如成本、质量、服务和速度等方面的业绩来衡量的显著性的成就。BPR 所遵循的原则包括：正确领导、目标驱动、流程驱动（以流程为中心）、以价值为中心、对顾客需求的响应（以客户为导向）、并行性、范例变换（跳出框框）、非冗余、模块化、虚拟资源、管理信息和知识财富。BPR 是有很大概率引起风险的，所以不会要求风险最小化。

业务流程重组的实施步骤包括：BPR 项目的启动，拟定变革计划，建立项目团队，分析目标流程，重新设计目标流程，实施新设计，持续改进，重新开始。

从 BPR 项目的具体实施角度出发，以下建议是值得采纳的。

- （1）要保证 BPR 项目在启动时就建立起有效的领导机制。
- （2）企业人员应参与到重组的具体工作中。
- （3）争取全体企业员工对 BPR 项目的理解和参与。
- （4）调研范围要广泛和全面，但研究和实施中则要突出具体领域，抓住主要矛盾。
- （5）进行成本和效益分析。
- （6）对无法衡量的部分，BPR 实施中尽量不触及。
- （7）加强工作中的交流。
- （8）不要放过各种可能的重组过程，尽管其中一些过程输出不显著。

BPR 的实施会引起企业多方面、多层次的变化，主要包括：企业文化与观念的变化，业务流程的变化，以及组织与管理的变化。

BPR 理论以“流程”为变革的核心线索，把跨职能的企业业务流程作为基本工作单元，多层 BPR 实施体系分为观念重建层、流程重建层和组织重建层。



## 第 6 章 计算机网络知识

随着计算机技术和网络技术的发展，现在的信息系统基本上都是基于网络运行的。由于网络技术使人们在信息处理的过程中，能够避免出现“信息孤岛”现象。因此，作为信息系统项目管理师，必须要掌握有关计算机网络方面的基础知识。

根据考试大纲，本章要求考生掌握以下知识点：

- 网络技术标准与协议；
- Internet 技术及应用；
- 网络分类；
- 网络管理；
- 网络服务器；
- 网络交换技术；
- 网络存储技术；
- 无线网络技术；
- 光网络技术；
- 网络接入技术；
- 综合布线；
- 机房工程；
- 网络规划、设计与实施。

### 6.1 网络的功能与分类

计算机网络是指由通信线路互相连接的许多独立自主工作的计算机构成的资源共享集合体，它是计算机技术和通信技术相结合的产物。其中，通信线路并不专指铜导线，还可以是光纤，甚至可以是一些无界的媒体，如激光、微波、红外线等。根据这个定义，我们可以知道以下 3 个方面的知识。

- (1) **计算机网络的作用：**资源共享。
- (2) **计算机网络的组成：**许多独立自主工作的计算机。
- (3) **计算机网络的实现方式：**使用通信线路互相连接。

另外，早期的计算机网络是以一台或几台大型的计算机为中心的，但是由于计算机技术的飞速发展，小型机甚至是微型机都拥有了惊人的处理能力，而且在整体性能上均已超过了早期的大型计算机。所以网络的重心开始有了偏向，开始体现共享这一原则，也就是所有的计算机都具备了独立自主工作的能力。计算机网络从共享大型计算机的计算能力发展为共享存储在计算机内的信息，这也是时代发展所致。

我们经常根据计算机网络的传输距离来进行分类，这是因为计算机间的距离、所要求的传输速度决定了网络技术之间的差异。

不同传输距离的网络可以分为局域网、城域网和广域网三种。局域网的相关技术是基于处理近距离传输而设计和发展而来的，而广域网的相关技术是基于处理远距离传输而设计和发展而来的，城域网则是为一个城市网络设计的相关技术。

### 1. 局域网

局域网（Local Area Network, LAN），是基于传输距离较短的前提所发展的相关技术的集合，用于将小区域内的各种计算机设备和通信设备互连在一起组成资源共享的通信网络。在局域网中常见的传输媒介有：双绞线、细/粗同轴电缆、微波、射频信号、红外等。其主要特点有：距离短、速度快、高可靠性、成本较低。

根据不同的技术采用具体的实现方法，局域网有以太网（Ethernet）、令牌环网络（Token Ring）、Apple Talk 网络、ArcNet 网络几种类型。这些“名满天下”的网络曾经是一个时代的“风云人物”，但随着时代的发展，都逐渐退出了历史的舞台：ArcNet 似乎已经过时，而 IBM 的 Token Ring 及苹果电脑公司的 Apple Talk 逐渐成为公司的私有物品，因为与开放网络的精神有违，所以限制了其自身的发展。

现今绝大部分局域网都是基于以太网（Ethernet）实现的。它最早起源于美国夏威夷大学，后来不断发展完善，其相关技术已标准化。以太网标准推出后，3COM、AT&T 等大公司纷纷推出自己的以太网产品，使其得到了迅猛的发展。如今，以太网产品已遍布世界各地，它对计算机网络技术的发展起到了举足轻重的作用。以太网组建比较容易，各设备之间的兼容性较好，目前主流的服务器操作系统都能够良好地支持以太网。以太网以其“易于组建、维护、管理”的特点，深深吸引了用户。现在采用以太网构建的局域网已近 90%，而且比例还在上升中。

当然随着应用需求的不断提高，也对局域网技术提出了新的挑战。为了迎合新的需求，科学家们也进行了不懈的研究，出现了一批像 FDDI 一样的新技术，使得局域网技术得到了长足发展。

### 2. 广域网

广域网（Wide Area Network, WAN）是基于传输距离较长的前提所发展的相关技术的集合，用于将大区域范围内的各种计算机设备和通信设备互连在一起组成一个资源共享的通信网络。其主要特点是：长距离、低速率、高成本。

广域网一般用电话线路，当然也可以用其他的媒介如光纤、卫星来建立。曾经使用

过的几种电话线路技术如下。

**(1) 公用交换电话网 (PSTN):** 公共交换电话网络, 一种常用旧式电话系统, 即我们日常生活中常用的电话网。公共交换电话网络是一种全球语音通信电路交换网络, 包括商业的和政府拥有的。目前该技术由于速度很慢, 已经很少使用于家庭或办公网络, 只用作特定领域中, 如传真和 POS 机等。

**(2) 综合业务数字网 (ISDN):** 最常用的是基带 ISDN, 被分为三条信道: 两条用于数据传输, 一条用于控制, 称为 2B+D。每条 B 信道速率为 64Kb/s, 而 D 信道则为 16Kb/s。

广域网在平时的经济、政治活动中充当着越来越重要的角色, 随着全球经济的进一步发展, 对文件远程传输的要求也越来越多。不仅是参与远程联网的结点数据量在膨胀, 而且传输的流量也在日益增大, 从早期的文本文件的传输发展到现在的音频、视频文件的传输需求。无形地鞭策着广域网技术的进一步发展。

随着 ISDN (综合业务数字网)、FR (帧中继)、ATM (异步转移模式)、SMDS (交换式多兆位数据服务) 等高速广域网技术的出现和发展, 广域网不再是过去“老牛拉破车”一样的低传输速率, 而是成为了信息时代的生命线——信息高速公路。

### 3. 城域网

伴着进军信息时代的号角, 世界各地纷纷掀起了建设信息化新都市的热潮。为了更好地进行信息化都市的建设, 一个范围为一个城市的计算机网络架设的具体技术研究工作分离出来。许多科研机构纷纷开始投身于研究如何整合现有的网络技术, 让都市网络化、信息化。这就是城域网技术 (MAN)。

城域网的覆盖范围介于局域网和广域网之间。

## 6.2 网络协议与标准

在计算机网络中有许多不同厂商提供的计算机设备、网络设备, 它们是靠什么如此有序地完成通信任务的呢? 要想成功地通信, 就必须具有相同的语言。交流什么、怎样交流、何时交流, 都必须有一个两方都能够互相接受的规则。这些规则的集合就称为协议。它可以定义两个实体间控制数据交换的规则集合。

简单地说, 网络通信协议, 就是计算机网络通信实体之间的语言, 就像人与人之间通信、交流所使用的语言一样。类似地, 不同的网络结构可能使用不同的网络协议。

### 6.2.1 OSI 网络层次模型

为了使不同厂商提供的计算机设备、网络设备互联互通, 国际标准化组织 (International Standard Organization, ISO) 在 1979 年建立了一个专门的分委员会来研究和制订一种开

放的、公开的、标准化了的网络结构模型。这就是著名的“开放系统互连参考模型”(Open System Interconnection, OSI) 的协议模型。它定义了一套用于连接异种计算机的标准框架。由于 ISO 组织的权威性, 加上人们需要一个相互兼容、共同发展的。新的网络体系, 所以 OSI 参考模型成为各大厂商努力遵循的标准。

时值今天, 虽然许多网络协议并不是完全与它一致的, 但由于都是根据它来制订的, 所以确保了它们的开放性和兼容性。从某种意义上说, OSI 参考模型已成为计算机网络协议的“金科玉律”。

### 1. OSI 模型特点

OSI 参考模型采用了一种分层结构对网络中两点之间的通信过程进行理论化的描述。它并不规定支持每一层的硬件或软件的模型, 但是网络通信的每个过程均能与某一层相对应。

标准的 OSI 参考模型把网络通信的结构分成 7 层 (如表 6-1 所示): 应用层 (Application Layer)、表示层 (Presentation Layer)、会话层 (Session Layer)、传输层 (Transport Layer)、网络层 (Network Layer)、数据链路层 (Data Link Layer)、物理层 (Physical Layer)。

表 6-1 OSI 七层结构

7. 应用层 (Application)
6. 表示层 (Presentation)
5. 会话层 (Session)
4. 传输层 (Transport)
3. 网络层 (Network)
2. 数据链路层 (Data Link)
1. 物理层 (Physical)

除了最低层物理层之外, 每一层的功能都是建立在下层协议上的, 每一层按照一定的接口形式向上一层提供一定的服务, 而把实现这一服务的细节屏蔽。这样就可以保证每一层的工作与其他各层不重复, 层次分明, 既易于理解分析, 又易于生产商提供相应的设备, 每一层各司其职, 经过逐层工作后, 数据就可以在网络上传输了。OSI 只是一个通信框架, 并不在具体的通信过程中起作用, 真正的通信是由适当的软、硬件实现的, 它定义了:

- (1) 网络设备之间如何交互, 如果使用不同的通信协议, 如何通信;
- (2) 网络设备决定何时发送数据的具体方法;
- (3) 保证网络传输被正确接收的机制;
- (4) 网络拓扑结构设计的依据;
- (5) 如何确保网络设备提供一定的速率;

(6) 网络传输介质上数据流的含义。

## 2. 物理层

物理层（如图 6-1 所示）的所有协议就是人为规定了不同种类传输设备、传输媒介如何将数字信号从一端传送到另一端，而不管传送的是什么数据。

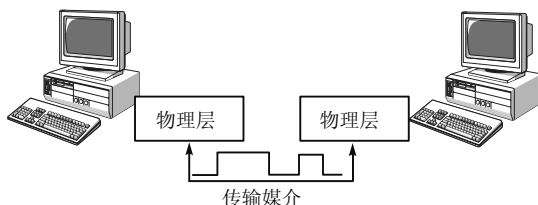


图 6-1 物理层原理示意图

它是完全面向硬件的，它通过一系列协议定义了通信设备机械的、电气的、功能的、规程的特性。

- (1) **机械特性**：规定线缆与网络接口卡的连接头的形状、几何尺寸、引脚线数、引线排列方式、锁定装置等一系列外形特征；
  - (2) **电气特性**：规定在传输过程中多少伏特的电压代表“1”，多少伏特代表“0”；
  - (3) **功能特性**：规定连接双方每个连接线的作用，用于传输数据的数据线，用于传输控制信息的控制线，用于协调通信的定时线，用于接地的地线；
  - (4) **过程特性**：具体规定了通信双方的通信步骤。
- 该层常见的网络设备有：中继器、集线器、调制解调器。

## 3. 数据链路层

数据链路层（如图 6-2 所示），在物理层已能将信号发送到通信链路中的基础上，负责建立一条可靠的数据传输通道，完成相邻结点之间有效地传送数据的任务。

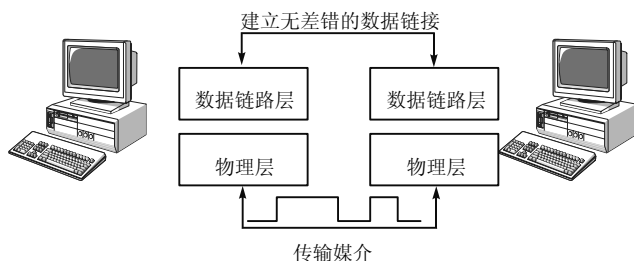


图 6-2 数据链路层原理示意图

正在通信的两个站在某一特定时刻，一个发送数据，一个接收数据。数据链路层通

过一系列协议将实现以下功能。

**(1) 封装成帧：**把数据组成一定大小的数据块，我们称之为帧。然后以帧为单位发送、接收、校验数据；

**(2) 流量控制：**对发送数据的一方，根据接收站的接收情况，实时地进行传输速率控制，以免出现发送数据过快，接收方来不及处理而丢失数据的情况；

**(3) 差错控制：**对接收数据的一方，当接收到数据帧后对其进行检验，如果发现错误，则通知发送方重传；

**(4) 传输管理：**在发送端与接收端通过某种特定形式的对话来建立、维护和终止一批数据的传输过程，以此对数据链路进行管理。

就发送端而言，数据链路层将来自上层的数据按一定规则将比特流送到物理层处理；就接收端而言，它通过数据链路层将来自物理层的比特流合并成完整的数据帧供上层使用。最典型的数据链路层协议是 IEEE 开发的 802 系列规范，在该系列规范中将数据链路层分成了两个子层：逻辑链路控制层（LLC）和介质访问控制层（MAC）。

**(1) LLC 层：**负责建立和维护两台通信设备之间的逻辑通信链路。

**(2) MAC 层：**就像交通指挥中心控制汽车通行的车道一样，控制多个信息复用一个物理介质。MAC 层提供对网卡的共享访问与网卡的直接通信。网卡在出厂前会被分配唯一的由 12 位十六进制数表示的 MAC 地址，MAC 地址可提供给 LLC 层来建立一个局域网中两台设备之间的逻辑链路。

IEEE 802 规范目前主要包括：

- 802.1：802 协议概论；
- 802.2：逻辑链路控制层（LLC）协议；
- 802.3：以太网的 CSMA/CD（载波监听多路访问/冲突检测）协议；
- 802.4：令牌总线（Token Bus）协议；
- 802.5：令牌环（Token Ring）协议；
- 802.6：城域网（MAN）协议；
- 802.7：宽带技术协议；
- 802.8：光纤技术协议；
- 802.9：局域网上的语音/数据集成规范；
- 802.10：局域网安全互操作标准；
- 802.11：无线局域网（WLAN）标准协议。

该层常见的网络设备有：网桥、交换机。

#### 4. 网络层

网络层，用于从发送端向接收端传送分组，负责确保信息到达预定的目标。看到这里，也许读者会觉得不可思议，不是数据链路层已经保证了相邻结点之间无差错传送数据帧了吗？那么网络层到底有什么用呢？它存在的主要目的就是解决以下问题。

**(1) 通信双方并不相邻的问题。**在计算机网络中，通信双方可能是相互邻接的，但也可能并不是邻接的，这样当一个数据分组从发送端发送到接收端的过程中，可能要经过多个其他网络结点，这些结点暂时存储“路过”的数据分组，再根据网络的“交通状况”选择下一个结点将数据分组发出去，直到发送到接收方为止。

**(2) 异构网络的互连问题。**正如前面所阐述的一样，由于 OSI 参考模型是出现在许多网络协议之后的，它就必须为使用这些已经存在的网络协议的计算机网络之间的相互通信做出贡献。事实上，网络层的一些协议解决了这样的异构网络的互连问题。

工作在网络层上的协议主要有 IP 协议和 IPX 协议，其工作原理如图 6-3 所示。

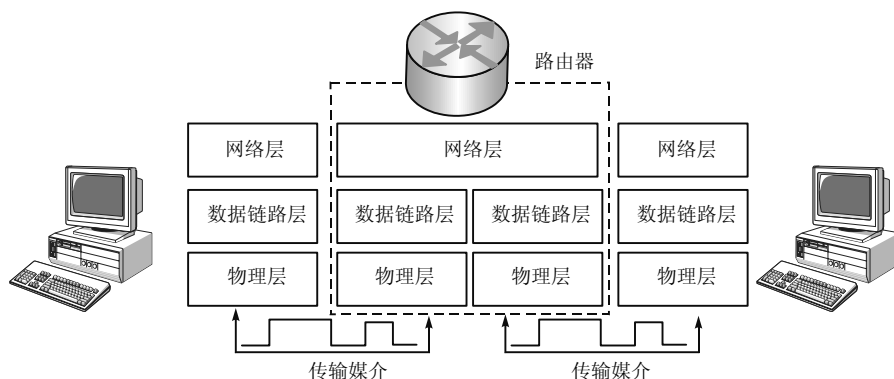


图 6-3 网络层原理示意图

该层常见的网络设备有：路由器、三层交换机。

## 5. 传输层

传输层，实现发送端和接收端的端口到端口的数据分组传送，负责保证实现数据包无差错、按顺序、无丢失和无冗余地传输。在传输层上，所执行的任务包括检错和纠错。它的出现是为了更加有效地利用网络层所提供的服务。它主要体现在以下两方面。

**(1) 将一个较长的数据分成几个小数据报发送。**这是由于实际在网络上传递的每个数据帧都是有一定大小限制的。假设如果我们要传送一个字符串“123456789”，它太长了，网络服务程序一次只能传送一个数字（当然在实际中不可能这么小，这里仅是为了方便讲解而做的假设），网络就需要将其分成 9 次来传递。就发送端而言，当然是从 1 传到 9，但是由于每个数据分组传输的路径不会完全相同（因为它是要根据当时的网络“交通状况”而选择路径的），先传送出去的包，不一定会先被收到，因此接收端所收到的数据的排列顺序是与发送的顺序不同的。传输层的协议就给每一个数据组加入排列组合的记号，以便接收端能根据这些记号将它们“重组”成原来的顺序。

**(2) 解决通信双方不只有一个数据连接的问题。**这个问题从字面上可能不容易理解，实际上就是指，比如我用电脑与另一台电脑连接复制数据的同时，又通过一些交谈程序进行对话。这个时候，复制的数据与对话的内容是同时到达的，传输的协议还负责

将它们分开，分别传给相应的程序端口，这也就是端到端的通信。

工作在传输层的协议有：TCP、UDP、SPX，其中 TCP 和 UDP 都属于 TCP/IP 协议族。

## 6. 会话层

会话层主要负责管理远程用户或进程间的通信。该层提供如名字查找和安全验证等服务，允许两个程序能够相互识别并建立和维护通信连接。会话层还提供数据同步和检查点功能，这样当网络失效时，会对失效后的数据进行重发。在 OSI 参考模型中，会话层的规范具体包括以下内容。

- (1) 通信控制。
- (2) 检查点设置。
- (3) 重建中断的传输链路。
- (4) 名字查找和安全验证服务。

## 7. 表示层

表示层以下的各层只关心从源地到目的地可靠地传输数据，而表示层则关心的是所传送信息的语义与语法。它负责将收到的数据转换为计算机内的表示方法或特定的程序的表示方法。也就是说，它负责通信协议的转换、数据的翻译、数据的加密、字符的转换等工作。在 OSI 参考模型中表示层的规范具体包括以下内容。

- (1) 数据编码方式的约定。
- (2) 本地句法的转换。

各种表示数据的格式的协议也属于表示层，例如，MPEG、JPEG 等。

## 8. 应用层

应用层是直接提供服务给使用者的应用程序的层，比如电子邮件、在线交谈程序都属于应用层的范畴。应用层可实现网络中一台计算机上的应用程序与另一台计算机上的应用程序之间的通信，而且就像在同一台计算机上一样。在 OSI 参考模型中应用层的规范具体包括以下内容。

- (1) 各类应用过程的接口。
- (2) 提供用户接口。

## 9. OSI 参考模型的工作模式

首先，发送端由应用层的软件产生通信数据，然后各个层均对这些数据进行相应的处理，最后将它转换成比特流，通过物理层的传输介质来传送到接收端。接收端从物理层获得比特流，然后逐层分析，最后将发给相应层的数据，传给相应层。

## 10. OSI 参考模型小结

最后，用表 6-2 对 OSI 模型进行小结。



表 6-2 OSI 参考模型总结

层	功能描述	对应协议
应用层	用户接口，具体的网络应用	HTTP、Telnet、FTP、SMTP、NFS
表示层	主要是定义数据格式，加密也属于该层	JPEG、ASCII、GIF、DES、MPEG
会话层	定义了如何开始、控制和结束一个会谈，包括对多个双向消息的控制和管理，以便在只完成连续消息的一部分时可以通知应用，从而使表示层看到的数据是连续的	RPC、SQL、NFS
传输层	包括是否选择差错恢复协议，还是无差错恢复协议，这一层还在同一主机上对不同应用的数据流输入进行复用，还完成数据包的重新排序功能	TCP、UDP、SPX
网络层	该层对端到端的包进行定义。为了实现端到端的包传输功能，网络层定义了能够标志所有端点的逻辑地址。为了包能够正确地传输，还定义了路由实现方式和路由学习方法，同时还定义了包的分段方法	IP、IPX
数据链路层	该层定义了一个在特定的链路或媒体上获取数据	IEEE 802.3/2、HDLC、PPP、ATM
物理层	定义了有关传输媒体的物理特性的标准	RS232、V.35、RJ-45、FDDI

## 6.2.2 局域网协议

局域网技术由于具有规模小、组网灵活和结构规整的特点，所以极易形成标准。事实上，局域网技术也是所有计算机网络技术中标准化程序最高的一部分。国际电子电气工程师协议 IEEE 早在 20 世纪 70 年代就制订了三个局域网标准：IEEE 802.3（CSMA/CD，以太网）、802.4（Token Bus，令牌总线）、802.5（Token Ring，令牌环）。由于它已被市场广泛接受，所以 IEEE 802 系列标准已被 ISO 采纳为国际标准。而且随着网络技术的发展，又出现了像 802.7（FDDI）、802.3u（快速以太网）、802.11（无线局域网）、802.12（100VG-AnyLAN）、802.3z（千兆以太网）等新一代网络标准。局域网协议是工作在数据链路层上的。

### 1. 以太网/IEEE 802.3

以太网采用的是“存取方法”，是带冲突检测的载波监听多路访问协议（CSMA/CD）技术。现在以太网主要包括以下三种类型，而且现在还在继续向前发展。

- IEEE 802.3 中所定义的标准局域网，速度为 10Mb/s，传输介质为细同轴电缆；
- IEEE 802.3u 中所定义的快速以太网，速度为 100Mb/s，传输介质为双绞线；
- IEEE 802.3z 中所定义的千兆以太网，速度为 1000Mb/s，传输介质为光纤或双绞线。

**(1) 存取方法。**虽然以太网技术已有了很大的发展，但是它们所采用的“存取方法”都是基于 CSMA/CD 发展而来的。CSMA/CD（Carrier-Sense Multiple Access with

Collision Detection)，载波侦听多路传送碰撞检测技术。它让整个网络上的设备都以竞争的方式来抢夺传送数据的权力，它的工作原理如下所述。

- 每当网络上的设备将数据送上传输线路时，都事先监听传输线路上是否有数据正在传输，如果没有，就将数据包送出去；
- 如果侦测到线路上正好有数据在传输，则继续监听网络，直到数据传输结束，再将自己在传送的数据传出去；
- 还有一种情况是网络上有两台电脑同时要开始传输数据，而同时开始监听，这时线路恰好是空闲的，两台机器同时通过传输线路传输数据，这时就发生了“碰撞”。当遇到这种情况的时候，两台电脑同时终止传送，然后继续监听线路。

**(2) 802.3——10Mb/s 以太网。**这个标准是由 IEEE 802.3 委员会根据以太网技术总结出来的一个标准。它定义了一系列面向不同的传输媒介的、传输速率为 10Mb/s 的以太网规范。用以下表示法来区别：

<用 Mb/s 计的传输速率><信号发式><用百米计的最大段的长度/线缆类型>

其中定义过 10BASE5、10BASE2、10BASE-T、10BASE-F 等几种（需要注明的是，其中 10BASE-T 与 10BASE-F 的最后一项就是以线缆类型进行命名的，其中 T 代表双绞线，F 代表光纤）。表 6-3 是对它们进行的简单介绍。

表 6-3 IEEE 802.3 规范一览表

	10BASE5	10BASE2	10BASE-T	10BASE-F
传输媒体	同轴粗缆	同轴细缆	非屏蔽双绞线	850nm 光纤对
编码技术	基带技术	基带技术	基带技术	
拓扑结构	总线型	总线型	星型	星型
最大段长度	500m	185m	100m	500m
每段结点数	100	30	--	33

**(3) 802.3u——100Mb/s 快速以太网。**随着计算机技术的不断发展，10Mb/s 的网络传输速度实在无法满足日益增大的网络的需求。人们就开始寻求更高的网络传输速度。但是由于 802.3 已被广泛应用于实际中，所以为了能够在它的基础上进行轻松升级，802.3u 充分考虑到了向下兼容性：它采用了非屏蔽双绞线（或屏蔽双绞线、光纤）作为传输媒介，采用与 802.3 一样的介质访问控制层——CSMA/CD。802.3u 常称为快速以太网。

根据实现的介质不同，快速以太网可以分为 100BaseTX、100BaseFX 和 100BaseT4 三种，如表 6-4 所示。

**(4) 802.3z——1000Mb/s 千兆以太网。**20 世纪 90 年代中期，随着各种新的网络技术的推出，仅有 100Mb/s 传输速度的以太网似乎已经发展到了极限，“以太网被淘汰了”的说法让以太网技术一度低迷。许多对网络速度要求更高的计算机网络不得不采用一些

新的网络技术（如 ATM 技术）来解决他们的问题。然而，1000Mb/s 的千兆以太网的推出，如同给以太网技术注入一剂“强心针”，使以太网技术迅速重新崛起。

表 6-4 IEEE 802.3u 规范一览表

	电缆类型	线束数	最大网段长度	网络最大直径
100BaseTx	5 类非屏蔽双绞线/1、2 类 STP	2 对	100m	200m
100BaseFx	62.5/125 多模光纤	2 束	400m	400m
100BaseT4	3 类非屏蔽双绞线	4 对	100m	200m

它在 780nm 光纤上或超 5 类非屏蔽双绞线上运行。值得一提的是，为了给千兆以太网提供更好的传输媒介，非屏蔽双绞线也推陈出新，不断地发展。首先是在 5 类双绞线的基础上进行改进，以适应千兆以太网的需要，接着又发展到了超 5 类、6 类线。

IEEE 802.3z 的出现向世人证明了以太网的“青春仍在”，而研究以太网技术的科学家们并没有因此而停止进一步研究，而是大胆地推进了万兆以太网的研究工作，我们拭目以待，相信以太网的奇迹仍然会出现。

## 2. 令牌环网/IEEE 802.5

令牌环网是业界老大 IBM（国际商用机器）公司于 20 世纪 70 年代开发出来的，至今仍然沿用于 IBM 内部局域网的一种局域网技术。它在局域网中的流行性仅次于以太网。它还有一种变形，就是令牌总线/IEEE 802.4。

它的传输介质虽然没有明确定义，但主要基于屏蔽双绞线、非屏蔽双绞线两种。它的拓扑结构可以有多种：环型（最典型，是原意）、星型（实际上采用得最多）、总线型（一种变形）。

**（1）存取方法——令牌环控制。**首先，令牌环网在网络中传递一个很小的帧，称为“令牌”，只有拥有令牌环的工作站才有权力发送信息。

令牌在网络上依次按顺序传递。

当工作站要发送数据时，等待捕获一个空令牌，然后将要发送的信息附加到后边，发往下一站，如此直到目标站，将令牌释放。

如果工作站要发送数据时，经过的令牌不是空的，则等待令牌释放。

**（2）与以太网的比较。**从上面的介绍中，我们明显感觉到令牌环网的缺点，那就是协议过于复杂，所以造成了不必要的带宽开支，使令牌环网的速度比以太网慢得多。

当然，令牌环网也有它的优点，它可以定制每个站持有令牌的时间，使整个网络是“确定性”的。

## 3. FDDI/光纤分布式数据接口

FDDI（Fiber Distributed Data Interface），光纤分布式数据接口。它是由美国国家标准协会 X3T9.5 委员会制订的光纤环网标准。FDDI 采用了类似令牌环网的协议，用光

纤作为传输介质，数据传输率可达到 100Mb/s，环路长度可扩展到 200km，连接的站点数可以达到 1000 个。

FDDI 网络在过去的 10 年中有了迅速的发展，主要的网络产品制造商有 DEC、AT&T 等，绝大部分的 FDDI 都是用于 LAN 的骨干网。

## 6.2.3 广域网协议

在地域分布很远、很分散，以致无法用直接连接来接入局域网的场合，广域网（WAN）通过专用的或交换式的连接把计算机连接起来。这种广域连接可以通过公众网建立的，也可以是通过服务于某个专门部门的专用网建立起来的。

相对来说，广域网显得比较错综复杂，主要是用于广域传输的协议比较多：PPP（点对点协议）、DDN、ISDN（综合业务数字网）、X.25、FR（帧中继）、ATM（异步传输模式）等。

### 1. PPP 点对点协议

PPP 点对点协议主要用于“拨号上网”这种广域连接模式。一般来说，一些无法使用专门的网络线连接的双方（比如说家庭用户、移动用户）需要广域相连接的时候，就可以借助分布最广的公用交换电话网来实现。

当我们要浏览互联网上的网页的时候，首先通过调制解调器连接到电话线上，然后将在远方服务器的内容通过电话线传送到自己的计算机中。或者当大家要发送电子邮件的时候，就可以将写好的电子邮件从电话线中传送出去。

另外，两个不同城市的两台计算机要互相传送数据，也可以通过装在两台计算机上调制解调器，让其中一台呼叫另一台（拨打它的电话号码），而建立点对点的连接来实现的。

### 2. ISDN 综合业务数字网

ISDN 经历了一个极为漫长的“进化”过程。如果你常看一些网络界的时报，一定不会在 10 年之前就对它有所耳闻。在它出现的时候，远程通信界的专家们都声称它是未来的公共电话、电信接口。但是它的不够经济却严重地阻碍了它的广泛应用。

中国电信用了一个形象的名字“一线通”描述出它的特点：ISDN 将数据、声音、视频信号集成进一根数字电话线路，提供有效、经济的途径，将用户与高带宽数字服务相连。

ISDN 可分为 N-ISDN（窄带 ISDN）和 B-ISDN（宽带 ISDN）两种。

其中曾用于家庭及小型办公室的 N-ISDN，提供的基本速率接口（BRI）服务由 2 个 B 信道和 1 个 D 信道组成（2B+D），其中 B 信道为 64Kb/s，D 信道为 16Kb/s。

而 B-ISDN 提供的主要速率接口（PRI）则根据不同的国家而不尽相同。在北美、日本为 23 个速率 64Kb/s 的 B 信道和 1 个速率也为 64Kb/s 的 D 信道，总速率为 1.544Mb/s，

即 23B+D。在欧洲、澳洲及其他国家，一般则是由 30 个速率 64Kb/s 的 B 信道和 1 个速率也为 64Kb/s 的 D 信道构成，总的接口速率可达到 2.048Mb/s，也就是 30B+D。

### 3. xDSL

xDSL 是 DSL (Digital Subscriber Line) 的统称，即数字用户线路，是以铜电话线为传输介质的传输技术组合。DSL 技术主要分为对称和非对称两大类。

(1) **HDSL (高速对称 DSL)**：是 xDSL 技术中最成熟的，它利用两对双绞线传输，支持 Nx64Kb/s 和多种速率，最高可达 E1 速率。

(2) **SDSL (对称 DSL)**：利用单对双绞线传输，支持多种速率，最高到 T1/E1。

(3) **MVL**：Paradyne 公司开发的低成本对称 DSL 传输技术，可以提供上下行 768Kb/s，传输距离可达 6km。

(4) **ADSL (非对称 DSL)**：利用现有铜双绞线（即普通电话线），提高到 8Mb/s 下行速度，1Mb/s 上行速度，传输距离 3km 到 5km。

### 4. DDN 数字专线

我国邮电部于 1994 年 10 月完成了全国数字数据骨干网的一期建设。这个网络是利用光纤、数字微波或卫星数字交驻连接设备组成的数字数据业务网。这些数字线路用于出租给最终用户。

由于在我们使用 PPP 协议拨号上网的时候，发送、接收数据所通过的电话线路是不明确的，速率根据当时线路的拥塞情况不同而不同，所以它的传输是低速且不稳定的。

对于某些需要更高的传输速度和质量的客户，就可以租用 DDN 线路来实现。租用了 DDN 线路，就等于在用户与电信局端直接用一条定制带宽的专用电话线路相连，显然这能大大提高整个数据传输的稳定性和速度。这项业务开通后，受到了用户的广泛好评，并且广泛被采用。

在 DDN 的客户端需要一个称为 DDN MODEM 的 CSU/DSU 设备，以及一个路由器，它的价格与 DDN 线路的带宽相关，一般来说，开通一个 DDN 客户端的费用在 1.5 万元左右。

### 5. X.25

X.25 是历史最悠久的广域数据传输协议。尽管它是所有广域数据传输协议的鼻祖，而且也曾经为广域传输做出了很大的贡献，然而现在它似乎已经走到了尽头，X.25 的应用越来越少了。

### 6. FR 帧中继

作为 X.25 网络协议的发展，帧中继是一种高性能的广域网协议。它是 X.25 的一个简化版本，省去了 X.25 的一些强制功能，如提供窗口技术和数据重发功能，这是因为帧中继的设计是以网络的传输环境已经有了很大的提高为前提的。

1990 年，Cisco、Digital Equipment、Northern Telecom 和 StartaCom 等公司组成一

个联合体，共同开发了帧中继技术。此后，帧中继技术有了迅猛发展。

从整个连接上，帧中继与 X.25 相当类似。但它在数据分组确认和差错校验方法上有了很大的简化，而且分组的转发也有了改变。帧中继只要接到分组头，就开始转发，这样进一步提高了速度。但是，需要强调的是，帧中继在网络环境不好的情况下，将无法像 X.25 那样提供较好的传输质量，而且可能会使用传输质量急剧下降。

## 7. ATM 异步传输模式

ATM 是这几年兴起的一种宽带网络技术。许多业界人士都认为 ATM 技术给计算机网络带来巨大的革新。甚至有些商家认为它是这 10 年来最有意义的网络技术。

虽然我们在这里将 ATM 技术划在广域网部分来介绍，但 ATM 却可以将局域网功能、广域网功能、语音、视频和数据集成进一个统一的协议。正是它的高度统一性和良好的可扩展性，给计算机网络技术掀开了新的一页，它具有以下优点。

- (1) **速度**：ATM 支持高达 622Mb/s 的传输率；
- (2) **可扩展性**：ATM 允许在现存结构中增加带宽和端口密度；
- (3) **高传输质量 QoS**：它保证了传输服务的 QoS，这也是一般网络技术所不具备的；
- (4) **一体化安装**：ATM 提供了端到端解决方案的潜力，这意味着它的应用可以从桌面到局域网，一直延伸到广域网。

根据 ATM 技术的特点与其约束，它可以适合于以下几种应用。

- 由于 ATM 技术提供了基于专用带宽的设计和 data 优先级设计，因此特别适合多媒体和视频应用；
- ATM 技术具有良好的扩展能力及高性能的网络传输能力，适合构架骨干网；
- 由于 ATM 具有高性能的无缝集成广域网和局域网的能力，所以被广泛地应用于广域网建设中。

## 6.2.4 因特网协议

世界上最大的广域资源网就是 Internet，即因特网。它的通信协议基础就是著名的 TCP/IP 协议族。

TCP/IP 协议不是 TCP 和 IP 这两个协议的合称，而是指因特网整个 TCP/IP 协议族。TCP/IP 协议是 Internet 的核心。

从协议分层模型方面来讲，TCP/IP 由四个层次组成：网络接口层、网络层、传输层、应用层。下面简要介绍 TCP/IP 的网络层、传输层和应用层的几个重要协议。

### 1. 网络层

网络层协议主要用来处理信息的路由和主机地址解析，主要协议有：

- (1) **IP 协议**，即互联网协议（Internet Protocol），它将多个网络连成一个互联网，

可以把高层的数据以多个数据包的形式通过互联网分发出去。IP 的基本任务是通过互联网传送数据包，各个 IP 数据包之间是相互独立的。

(2) **ARP 协议**，即地址转换协议 (Address Resolution Protocol)。在 TCP/IP 网络环境下，每个主机都分配了一个 32 位的 IP 地址，这种互联网地址是在网际范围标识主机的一种逻辑地址。为了让报文在物理网上传送，必须知道彼此的物理地址。这样就存在把互联网地址变换成物理地址的转换问题。这就需要在网络层有一组服务将 IP 地址转换为相应物理网络地址，这组协议即 ARP。

(3) **ICMP 协议**，即互联网控制报文协议 (Internet Control Message Protocol)。从 IP 互联网协议的功能，可以知道 IP 提供的是一种不可靠的无连接报文分组传送服务。若路由器或主机发生故障时网络阻塞，就需要通知发送主机采取相应措施。为了使互联网能报告差错，或提供有关意外情况的信息，在 IP 层加入了一类特殊用途的报文机制，即 ICMP。分组接收方利用 ICMP 来通知 IP 模块发送方，进行必需的修改。ICMP 通常是由发现报文有问题的站产生的，例如可由目的主机或中继路由器来发现问题并产生的 ICMP。如果一个分组不能传送，ICMP 便可以用来警告分组源，说明有网络，主机或端口不可达。ICMP 也可以用来报告网络阻塞。

(4) **IGMP 协议**，即 Internet 组管理协议 (Internet Group Management Protocol)，是因特网协议家族中的一个组播协议。该协议运行在主机和组播路由器之间。允许 Internet 中的计算机参加多播，是计算机用做向相邻多目路由器报告多目组成员的协议。多目路由器支持组播，它向本地网络发生 IGMP 查询，计算机通过发生 IGMP 搞搞来应答查询。将组播包转发到网络中的所有组播成员就是多目路由器的职责。

## 2. 传输层

本层提供应用程序间的通信。其功能包括：一、格式化信息流；二、提供可靠传输。为实现后者，传输层协议规定接收端必须发回确认，并且假如分组丢失，必须重新发送，即耳熟能详的“三次握手”过程，从而提供可靠的数据传输。

(1) 传输层主要协议有：**TCP 协议**，即传输控制协议，它提供的是一种可靠的数据流服务。当传送受差错干扰的数据，或举出网络故障，或网络负荷太重而使网际基本传输系统不能正常工作时，就需要通过其他的协议来保证通信的可靠。TCP 就是这样的协议。TCP 采用“带重传的肯定确认”技术来实现传输的可靠性。并使用“滑动窗口”的流量控制机制来提高网络的吞吐量。TCP 通信建立实现了一种“虚电路”的概念。双方通信之前，先建立一条链接然后双方就可以在其上发送数据流。这种数据交换方式能提高效率，但事先建立连接和事后拆除连接需要开销。

(2) **UDP 协议**，即用户数据报协议，它是对 IP 协议组的扩充，它增加了一种机制，发送方可以区分一台计算机上的多个接收者。每个 UDP 报文除了包含数据外还有报文的端口号的编号和报文源端口的编号，从而使 UDP 软件可以把报文递送给正确的接收者，然后接收者要发出一个应答。由于 UDP 的这种扩充，使得在两个用户进程之间

递送数据包成为可能。我们频繁使用的 QQ 软件正是基于 UDP 协议和这种机制。UDP 协议是一种不可靠的、无连接的协议，它的错误检测功能比较弱，但是传输速率比较高。

### 3. 应用层

应用层包含所有的高层协议，包括：

**(1) FTP 协议**，即文件传输协议（File Transfer Protocol）。它是网际提供的用于访问远程机器的协议，它使用户可以在本地机与远程机之间进行有关文件的操作。FTP 工作时建立两条 TCP 链接，分别用于传送文件和用于传送控制。FTP 采用客户/服务器模式，它包含客户 FTP 和服务器 FTP。客户 FTP 启动传送过程，而服务器 FTP 对其做出应答。

**(2) TFTP 协议**，即简单文件传输协议（Trivial File Transfer Protocol）。它用来在客户机与服务器之间进行简单文件传输的协议，提供不复杂、开销不大的文件传输服务。TFTP 基于 UDP 协议而实现，此协议设计的时候是进行小文件传输的。因此它不具备通常的 FTP 的许多功能，它只能从文件服务器上获得或写入文件，不能列出目录，不进行认证，它传输 8 位数据。TFTP 协议使用超时重传的方式来保证数据的到达。

**(3) HTTP 协议**，即超文本传输协议（Hypertext Transfer Protocol）。它用于从 WWW 服务器传输超文本到本地浏览器的传输协议。它可以使浏览器更加高效，使网络传输减少。它不仅保证计算机正确快速地传输超文本文档，还确定传输文档中的哪一部分，以及哪部分内容首先显示（如文本先于图形）等。

**(4) SMTP 协议**，即简单邮件传送协议（Simple Mail Transfer Protocol）。互联网标准中的电子邮件是一个简单的基于文本的协议，用于可靠、有效地数据传输。SMTP 作为应用层的服务，并不关心它下面采用的是何种传输服务，它可通过网络在 TXP 链接上传送邮件，或者简单地在同一机器的进程之间通过进程通信的通道来传送邮件，这样，邮件传输就独立于传输子系统，可在 TCP/IP 环境或 X.25 协议环境中传输邮件。SMTP 协议可以提供与电子邮件相关的通知。

**(5) DHCP 协议**，即动态主机配置协议（Dynamic Host Configuration Protocol）。DHCP 使用 UDP 协议工作，主要有两个用途：给内部网络或网络服务供应商自动分配 IP 地址，给用户或者内部网络管理员作为对所有计算机做中央管理的手段。DHCP 协议采用客户端/服务器模型，主机地址的动态分配任务由网络主机驱动。当 DHCP 服务器接收到来自网络主机申请地址的信息时，才会向网络主机发送相关的地址配置等信息，以实现网络主机地址信息的动态配置。

**(6) Telnet 远程登录协议**，是 Internet 远程登录服务的标准协议和主要方式。它让用户可以在本地计算机上完成远程主机工作。在终端使用者的电脑上使用 telnet 程序，用它连接到服务器。终端使用者可以在 telnet 程序中输入命令，这些命令会在服务器上运行，就像直接在服务器的控制台上输入一样。可以在本地就能控制服务器。要开始一个 telnet 会话，必须输入账号和口令来登录服务器。Telnet 是常用的远程控制 Web 服务



器的方法。

(7) **DNS**，即域名系统 (Domain Name System)。它提供域名到 IP 地址的转换，允许对域名资源进行分散管理。DNS 最初设计的目的是使邮件发送方知道邮件接收主机及邮件发送主机的 IP 地址，后来发展成可服务于其他许多目标的协议。

(8) **SNMP 协议**，即简单网络管理协议 (Simple Network Management Protocol)。它由一组网络管理的标准组成，包含一个应用层协议 (Application Layer Protocol)、数据库模型 (database schema) 和一组资源对象。该协议能够支持网络管理系统，用以监测连接到网络上的设备是否有任何引起管理上关注的情况。SNMP 是 1990 年之后最常用的网络管理协议。SNMP 被设计成与协议无关，所以它可以在 IP, IPX, AppleTalk, OSI 以及其他用到的传输协议上被使用。

## 6.3 网络结构与通信

计算机网络的结构又称为拓扑结构，通常包括三种基本形式：总线型拓扑、星形拓扑、环形拓扑。其他的拓扑形式都是从这三种拓扑结构中衍生而来的。

### 6.3.1 总线型拓扑结构

总线型拓扑结构，顾名思义，就是指在这种拓扑结构中所有的电脑用电缆将整个网络从头串到尾。这是所有的网络拓扑结构中最基本、也是最简单的一种。

这种拓扑结构具有所需电缆少、布线容易、单点可靠性高的优点，不过它也存在一些不足。

(1) **故障诊断困难**：由于在总线结构中，只要有一个结点失效，将引起整个网络失效。所以出现故障时，必须一个结点一个结点地检测，以便发现问题之所在。

(2) **对站点要求较高**：因为接在总线上的所有站点发送和接收的数据都通过共用的总线，所以每个站点要有介质访问控制功能，以便与其他站点有序地共享总线。因此，增加了每个站点的软硬件费用。

### 6.3.2 星形拓扑结构

星形拓扑结构，是由中央结点和通过点到点链路连接到中央结点的各站点组成的，是现在用得最多的一种网络拓扑结构，它的结构如图 6-4 所示。

由于整个网络由中央结点执行集中式通信控制管理，因此中央结点相当复杂，而各个站点的通信处理的负担都很小。一般在星型拓扑结构的中央结点是一个称为集线器 (或交换机) 的设备，负责将各个站点的数据广播转发，或直接转发给接收方结点，具

体实现根据其复杂性不同而不同。

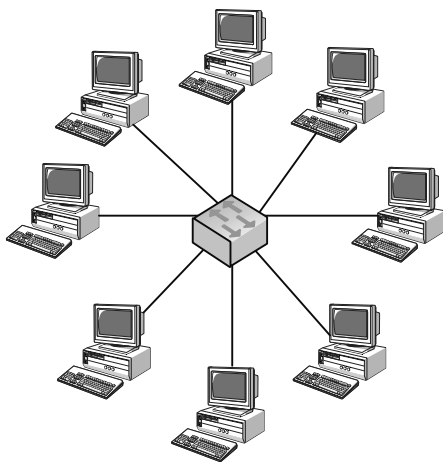


图 6-4 星形拓扑结构示意图

这种拓扑结构具有以下优点。

**（1）整体可靠性高：**由于在星形拓扑结构中，每一个连接只连接一个设备，所以当连接出现故障时不会像总线型那样全线瘫痪，而只影响一个设备，这样就使整个网络具有较高的整体可靠性。

**（2）故障诊断容易：**由于每个站点都是直接连接到中央结点上的，所以，故障是十分容易检测和隔离的。只要确定哪个站点通信出现问题，就能确定出故障的通信连接。

**（3）对站点要求不高：**由于每一个站点都占用了一条专有的连接，所以不存在控制如何访问传输媒介的问题。这样就不像总线型网络那样需增加这方面的软件。

就像世界上任何事物一样，有利就有弊，星形拓扑结构虽然解决了不少问题，但同时也带来了新的不足。

**（1）所需电缆多：**由于每个站点均需要专有的电缆与中央结点相连，所以整个网络需要使用更多的电缆。

**（2）整个网络可靠性依赖中央结点：**很明显，如果星形网络的中央结点出现故障，那么全网也就肯定不可能工作。

### 6.3.3 环形拓扑结构

环形拓扑结构，顾名思义，就是指所有站点被绕成一圈的电缆所连接起来，整个结构看起来像是一个圆圈，它的结构如图 6-5 所示。

整个网络的电缆绕成一圈，整条电缆并没有头尾之分。从串接的方式上看，与总线型拓扑结构相当类似，同样是由一条条电缆将相邻两个站点连接起来的。但它的信号传

递方式却大不相同。在环形拓扑结构中，环中有一个控制发送数据权力的“令牌”，它在环中流动。如果站点要发送数据，要先等待空的“令牌”到来，然后将要发送的数据附在“令牌”的后边，绕环传送，经过的每一个站点都接收、判断，如果是发给自己站点的数据则接收，否则将数据再次送往环中的下一站，如此周而复始。

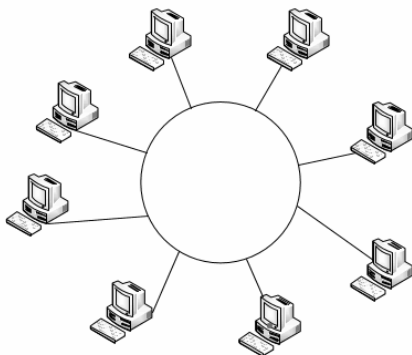


图 6-5 环形拓扑结构示意图

这种拓扑结构具有以下优点。

**(1) 所需电缆较少：**因为环型拓扑结构也是共享传输介质的，所以所需的电缆与总线型拓扑结构一样，比较节省电缆。

**(2) 适用于光纤：**环型拓扑结构是单方向传输数据的，这个特点与光纤的传输特点相同。

环形拓扑结构存在以下方面的不足。

**(1) 整体可靠性差：**由于所有的站点是一个挨着一个相连的，如果某一个结点之间的连接出了故障，则整个网络的通信也就中断了。

**(2) 诊断故障困难：**同样道理，当网络的通信中断要检测原因时，由于任何一个结点出现问题都可能导致整个网络中断，所以也要挨个站点检测。

**(3) 对站点要求高：**由于在数据传输中，“令牌”起到决定性作用，因而它所有的网络接入设备较复杂，也比其他的网络接入设备昂贵。

### 6.3.4 其他拓扑结构

以上介绍的3种拓扑结构是最基本、最常用的计算机网络拓扑结构。但是由于计算机网络的使用族群越来越多，这些基本的拓扑结构已无法满足使用者的需要，这样就衍生出了一些混合的拓扑结构。主要有星形总线拓扑、星形环拓扑。

### 6.3.5 拓扑结构的选择

在计算机网络的实际架设中都离不开几种常用的拓扑原型，了解它们，对于研究和规划网络系统将受益匪浅。

如果您所规划的网络，情况是一个电脑数量不多，而电脑所在位置相当集中，甚至在一个办公室中，网络间的传输量不大，当然您可以不花什么心思去考虑用什么拓扑结构了，因为使用哪一种都不会带来太大的差别。但是，计算机网络一旦规划、建立完成，往往有一个较长的生命周期，如果不预留成长空间，通常认为这是一种失败的网络规划。

具体地说，因为每一种拓扑结构都有其优缺点，当选择了一种拓扑结构虽然享受到它带来的优点，却也不自觉地采用了它的缺点。如果事先没对它所带来的缺点有所考虑，就可能使整个网络性能大打折扣，应考虑的主要因素有以下几点。

**(1) 总成本：**不管选用什么样的传输介质，都需要安装，安装费用的高低和拓扑结构的选择有密切的关系。

**(2) 灵活性：**当加入或移出结点时，不同的拓扑结构所花去的代价是不同的，有的易于改变配置，有的则十分困难。

**(3) 可靠性：**不同的网络拓扑结构在不同的环境下，其可靠性能会有很大差别的。这个因素是十分重要的。

## 6.4 Internet 和 Intranet 基础

### 6.4.1 IPv6

#### 1. IP 地址

为了让连接在整个大网上的主机能够相互通信，IP 协议给每一台主机分配一个唯一的地址，这个地址就叫 IP 地址。

IP 地址的长度为 32 位，它分为网络号和主机号两部分。网络号标志一个网络，一般网络号由互联网络信息中心（InterNIC）统一分配。主机号用来标志网络中的一个主机，它一般由网络中的管理员来具体分配。一个由 32 位二进制数构成的 IP 地址是难以阅读的。为了平时更好地记忆和使用，人们就将它分成 4 组，每组 8 位，然后每组都以十进制数表示，并用小圆点分开。这种表示方法又称为“点分十进制表示法”。

#### 2. IPv6

现在的 IP 协议的版本号为 4，也称为 IPv4。它已经有了 20 年漫长的历史，为计算机网络互连做出了巨大的贡献。然而，因特网以人们不可想象的速度在膨胀，IPv4 不论从地址空间上，还是协议的可用性上都无法满足因特网的新要求。这样一个新的 IP 协议开始孕育而生，这个新版本 IP 协议，早先被称为 IPng，现在一般被称为 IPv6。

IPv6 的设计要点在于克服 IPv4 的地址短缺,无法适应对时间敏感的通信等缺点。值得一提的是,IPv6 将原来的 32 位地址扩展成为 128 位地址,彻底解决了地址缺乏的问题。然而,由于 IPv4 的广泛使用,而且充当重要的角色,立刻升级成新的协议是不大现实的,加上现在也出现了许多在 IPv4 上的改良技术,使用 IPv4 也能够应付现在的大部分网络互联要求。当然,随着时间的推移,新一代的 IP 协议将取代现有的 IPv4,为网络互联提供一个更稳定、更优秀的协议平台。

### 6.4.2 Intranet 基础

Intranet 又称为企业内部网,是 Internet 技术在企业内部的应用。它实际上是采用 Internet 技术建立的企业内部网络。

Intranet 是基于 Internet TCP/IP 协议,使用 WWW 工具,采用防止外界侵入的安全措施,为企业内部服务,并有连接 Internet 功能的企业内部网络。

不同的企业会根据自己不同的需要组建 Intranet。从技术角度来看,通常 Intranet 由网络、电子邮件、内部 Web 网、邮件列表、新闻组、远程访问、FTP 等服务构成。

## 6.5 网络设备

网络设备及部件是连接到网络中的物理实体。网络设备的种类繁多,且与日俱增。基本的网络设备有:电脑(服务器)、集线器、交换机、网桥、路由器、网关、网络接口卡(NIC)、无线接入点(WAP)、打印机和调制解调器、光纤收发器、光缆等。

服务器是计算机网络上最重要的设备。服务器指的是在网络环境下运行相应的应用软件,为网上用户提供共享信息资源和服务的高性能计算机(或者计算机集群)。服务器的构成与个人电脑基本相似,有处理器、硬盘、内存、系统总线等,但服务器是针对具体的网络应用特别制定的,因而服务器与 PC 在处理能力、稳定性、可靠性、安全性、可扩展性、可管理性等方面存在很大的差异。通常情况下,服务器比客户机拥有更强的处理能力、更多的内存和硬盘空间。服务器上的网络操作系统不仅可以管理网络上的数据,还可以管理用户、用户组、安全和应用程序。

### 6.5.1 中继器(Repeater)、集线器

中继器(RP repeater)是工作在物理层上的连接设备。适用于完全相同的两类网络的互联,主要功能是通过将数据信号的重新发送或者转发,来扩大网络传输的距离。中继器是对信号进行再生和还原的网络设备:OSI 模型的物理层设备。中继器是局域网环境下用来延长网络距离的最简单最廉价的网络互联设备,操作在 OSI 的物理层,中继器对在线路上的信号具有放大再生的功能,用于扩展局域网网段的长度(仅用于连接相

同的局域网网段)。

集线器可以看成一种多端口的中继器，是共享带宽式的，其带宽由它的端口平均分配，如总带宽为 10Mb/s 的集线器，连接 4 台工作站同时上网时，每台工作站平均带宽仅为  $10/4=2.5\text{Mb/s}$ 。

### 6.5.2 网桥 (Bridge)

网桥工作于 OSI 体系的数据链路层，OSI 模型数据链路层以上各层的信息对网桥来说是毫无作用的。所以协议的理解依赖于各自的计算机。

网桥包含了中继器的功能和特性，不仅可以连接多种介质，还能连接不同的物理分支，如以太网和令牌网，能将数据包在更大的范围内传送。网桥的典型应用是将局域网分段成子网，从而降低数据传输的瓶颈，这样的网桥叫“本地桥”。用于广域网上的网桥叫做“远地桥”。两种类型的桥执行同样的功能，只是所用的网络接口不同。

网桥只能连接相同 MAC 层的网络，即不同网络协议是不能通过网桥相连的。

### 6.5.3 路由器 (Router)

路由器工作在 OSI 体系结构中的网络层，它可以在多个相同网络层协议的子网交换和路由数据数据包。路由器通过在相对独立的网络中交换具体协议的信息来实现这个目标。比起网桥，路由器不但能过滤和分隔网络信息流，连接网络分支，还能访问数据包中更多的信息，并且用来提高数据包的传输效率。

路由器比网桥慢，主要用于广域网或广域网与局域网的互连。

### 6.5.4 网关 (gateway)

网关工作在 OSI 体系结构中的上四层，它把信息重新包装的目的是适应目标环境的要求。网关能互连异类的网络，它从一个环境中读取数据，剥去数据的老协议，然后用目标网络的协议进行重新包装。

网关的一个较为常见的用途是在局域网的微机和小型机或大型机之间做翻译。

网关的典型应用是网络专用服务器。

### 6.5.5 交换机 (Switching)

交换机 (switch) 就是一种在通信系统中完成信息交换功能的设备。

#### 1. 二层交换机

二层交换机工作于 OSI 模型的第 2 层 (数据链路层)，故而称为二层交换机。二层

交换技术的发展已经比较成熟,二层交换机属于数据链路层设备,可以识别数据包中的 MAC 地址信息,根据 MAC 地址进行转发,并将这些 MAC 地址与对应的端口记录在自己内部的一个地址表中。

## 2. 三层交换机

三层交换机就是具有部分路由器功能的交换机,三层交换机的最重要目的是加快大型局域网内部的数据交换,所具有的路由功能也是为这目的服务的,能够做到一次路由,多次转发。对于数据包转发等规律性的过程由硬件高速实现,而像路由信息更新、路由表维护、路由计算、路由确定等功能,由软件实现。三层交换技术就是二层交换技术+三层转发技术。传统交换技术是在 OSI 网络标准模型第二层——数据链路层进行操作的,而三层交换技术是在网络模型中的第三层实现了数据包的高速转发,既可实现网络路由功能,又可根据不同网络状况做到最优网络性能。

## 3. 多层交换机

多层交换技术是个新概念,该术语在行业中还没有形成标准。供应商、分析员和编辑员对一些行业术语的理解还没有达成统一意见,如多层交换机、第2层路由器、第3层交换机、交换路由器、路由交换机、IP 交换机和线速路由器等。多层交换机是其中使用最好也最为广泛的一种产品,它既可以执行第2层交换功能,也可以执行第3层路由功能。

# 6.6 网络交换技术

网络交换技术共经历了4个发展阶段:电路交换技术、报文交换技术、分组交换技术和 ATM 技术。

公众电话网和移动网采用的都是电路交换技术,电路交换技术主要适用于与语音相关的业务,这种网络交换方式对于数据业务而言,有着很大的局限性。

分组交换技术就是针对数据通信业务的特点而提出的一种交换方式,它的基本特点是面向无连接而采用存储转发的方式,将需要传送的数据按照一定的长度分割成许多小段数据,并在数据之前增加相应的用于对数据进行选路和校验等功能的头部字段,作为数据传送的基本单元即分组。分组交换比电路交换的电路利用率高,但时延较大。

报文交换技术与分组交换技术类似,也是采用存储转发机制,但报文交换是以报文为传动单元。在实际应用中,报文交换主要用于传输报文较短、实时性要求较低的通信业务,如公用电报网。报文交换比分组交换出现得早一些,分组交换是在报文交换的基础上,将报文分割分组进行传输,在传输时延和传输效率上进行了平衡,得到了广泛的应用。

ATM (异步传输模式) 非常适合传送高速数据业务。从技术角度讲,ATM 几乎无

懈可击，但 ATM 技术的复杂性导致了 ATM 交换机造价极为昂贵，并且在 ATM 技术上没有推出新的业务来驱动 ATM 市场，从而制约了 ATM 技术的发展。目前 ATM 交换机主要用在骨干网络中，主要利用 ATM 交换的高速和对 QoS 的保证机制，并且主要是提供半永久的连接。

## 6.7 网络存储技术

网络存储技术是基于数据存储的一种通用网络术语。网络存储设备提供网络信息系统的信息存取和共享服务，其主要特征体现在：超大存储容量、大数据传输率，以及系统高可用性。要实现存储设备的性能特征，采用 RAID 作为存储实体是所有厂家的必然选择。网络存储结构大致分为三种：直连式存储（DAS：Direct Attached Storage）、网络附加存储（NAS：Network Attached Storage）和存储区域网（SAN：Storage Area Network）。

### 6.7.1 DAS

直接附加存储是指将存储设备通过 SCSI 接口直接连接到一台服务器上使用。DAS 购置成本低，配置简单，使用过程和使用本机硬盘并无太大差别，对于服务器的要求仅仅是一个外接的 SCSI 口，因此很受小型企业欢迎。但是 DAS 也存在诸多问题：（1）服务器本身容易成为系统瓶颈；（2）服务器发生故障，数据不可访问；（3）对于存在多个服务器的系统来说，设备分散，不便管理。同时多台服务器使用 DAS 时，存储空间不能在服务器之间动态分配，可能造成相当的资源浪费；（4）数据备份操作复杂。

### 6.7.2 NAS

在 NAS 存储结构中，存储系统不再通过 I/O 总线隶属于某个特定的服务器或客户机，而是直接通过网络接口与网络直接相连，由用户通过网络访问。

NAS 实际上是一个带有瘦服务器（Thin Server）的存储设备，其作用类似于一个专用的文件服务器。这种专用存储服务器不同于传统的通用服务器，它去掉了通用服务器原有的不适用的大多数计算功能，而仅提供文件系统功能用于存储服务，大大降低了存储设备的成本。为方便存储服务器到网络之间以最有效的方式发送数据，专门优化了系统硬软件体系结构，多线程、多任务的网络操作系统内核特别适合处理来自网络的 I/O 请求，不仅响应速度快，而且数据传输速率也很高。

与传统以服务器为中心的存储系统相比，数据不再通过服务器内存转发（这会引发额外延迟和阻塞），数据直接在客户机和存储设备间传送（即所谓第三方传送），服务器



仅起控制管理的作用,因而具有更快的响应速度和更高的数据带宽。另外,对服务器的要求降低,可大大降低服务器成本,这样就有利于高性能存储系统在更广的范围内普及应用。

在 NAS 方案中,存储设备在功能上完全独立于网络中的主服务器,客户机与存储设备之间的数据访问已不再需要文件服务器的干预,允许客户机与存储设备之间进行直接的数据访问。利用专用的硬件软件构造的专用服务器,与其他资源独立,不会占用网络主服务器的系统资源,不需要在服务器上安装任何软件,不用关闭网络上的主服务器,就可以为网络增加存储设备。服务器则从原先的 I/O 负载中解脱出来。另外,它具有较好的协议独立性,支持 UNIX、Netware、Windows NT、OS/2 或 Intranet Web 的数据访问,客户端也不需要任何专用的软件,安装容易,甚至可以充当其他机器的网络驱动器,可以方便地利用现有的管理工具进行管理。

与传统的通用服务器不同, NAS 专用服务器能在不增加复杂度、管理开销、降低可靠性的基础上,使网络的存储容量增加,具有非常好的可扩展性。由于不需要服务器提供更多的硬件及服务,使服务器的可靠性和 I/O 性能大大提高,能充分利用可得到的 10MB/s~100MB/s 网络带宽,有较大的数据吞吐量。

NAS 可以通过集线器或交换机方便地接入到用户网络上,是一种即插即用的网络设备。为用户提供了易于安装、易于使用和管理、可靠性高和可扩展性好的网络存储解决方案。

### 6.7.3 SAN

SAN 是一种类似于普通局域网的高速存储网络, SAN 提供了一种与现有局域网连接的简易方法,允许企业独立地增加它们的存储容量,并使网络性能不至于受到数据访问的影响。这种独立的专有网络存储方式使得 SAN 具有不少优势:可扩展性高,存储硬件功能的发挥不受 LAN 的影响;易管理,集中式管理软件使远程管理和无人值守得以实现;容错能力强。

Open SAN (开放式存储区域网)是 SAN 存储技术发展的最高境界,它可以在不考虑服务器操作系统或存储设备制造商的情况下,将任何平台的服务器、存储系统完整地连接起来,完全实现 SAN 技术所承诺的一切。目前,众多高速发展的机构正密切关注 Open SAN 的进展。Open SAN 指的是在包括服务器、磁盘、磁带存储和交换机在内的各种水平的 SAN 环境中,遵循已公布的业界标准,用通用工具管理存储数据。SAN 能为任何类型的服务器、操作系统、应用与文件系统的组合提供存储的集中区域。相对于封闭的 SAN 来说,设备要由单一厂商提供且通常需要额外的软件。开放式 SAN 的优势是:它可以选择任何厂商的产品,采用最优的存储设备、服务器和应用程序以满足业务需求;保证对现存的存储设备、服务器和应用程序的投资保护;在存储和 SAN 基础结构之间有一组开放接口,便于用户应用实施。

同时，SAN 在向智能化的方向发展，智能化的 SAN 的好处是：管理功能内嵌，使服务器和存储控制器摆脱了管理负荷，发挥最优的性能；分布式智能可以使 SAN 具有高可靠性、可用性和可伸缩性；智能化的 SAN 为实施跨异构平台环境的先进的存储管理功能奠定了基础。集成的 SAN 可以做到：智能化的基础结构与存储设备和存储管理功能的完整集成，可产生经互操作认证的 SAN 解决方案；有保证的可伸缩性、可管理性和可服务性；完整的设计、实施和支持来自同一厂家。

不过，SAN 主要适用于存储量大的工作环境，并且 SAN 的适用性和通用性较差，在系统的安装和升级方面效率不高，成本也比较高。

## 6.8 网络接入技术

ITU-T 根据近年来电信网的发展演变趋势，提出了接入网的概念。

从整个电信网的角度讲，可以将全网划分为公用网和用户驻地网（CPN）两大块，其中 CPN 属用户所有，因而，通常意义的电信网指的是公用电信网部分。公用电信网又可以划分为长途网、中继网和接入网（AN）三部分。长途网和中继网合并称为核心网。相对于核心网，接入网介于本地交换机和用户之间，主要完成使用户接入到核心网的任务。

具体地说，接入网是由业务结点接口（SNI）和相关用户网络接口（UNI）及为传送电信业务所需承载能力的系统组成的，经 Q3 接口进行配置和管理。接入网可由三个接口界定，即网络侧经由 SNI 与业务结点相连，用户则由 UNI 与用户相连，管理方面则经 Q3 接口与电信管理网（TMN）相连。接入网的引入给通信网带来新的变革，使整个通信网络结构发生了根本的变化。

接入网的重要特征可以归纳为如下几点。

- （1）接入网对于所接入的业务提供承载能力，实现业务的透明传送。
- （2）接入网对用户信令是透明的，除了一些用户信令格式转换外，信令和业务处理的功能依然在业务结点中。
- （3）接入网的引入不应限制现有的各种接入类型和业务，接入网应通过有限的标准化的接口与业务结点相连。
- （4）接入网有独立于业务结点的网络管理系统，该系统通过标准化的接口连接 TMN，TMN 实施对接入网的操作、维护和管理。

接入技术可以分为有线接入技术和无线接入技术两大类。有线接入技术包括：基于双绞线的 ADSL 技术、基于 HFC 网（光纤和同轴电缆混合网）的 Cable MODEM 技术、基于五类线的以太网接入技术，以及光纤接入技术。

### 6.8.1 xDSL 接入

目前流行的铜线接入技术主要是 xDSL 技术。DSL (Digital Subscriber Line, 数字用户线) 技术是基于普通电话线的宽带接入技术, 它在同一铜线上分别传送数据和语音信号。数据信号并不通过电话交换机设备, 减轻了电话交换机的负载, 并且不需要拨号, 一直在线, 属于专线上网方式, 这意味着使用 xDSL 上网并不需要缴付另外的电话费。xDSL 中的“x”代表各种数字用户环路技术, 包括 HDSL、SDSL、ADSL、RADSL、VDSL 等。但考试中, 一般只涉及其中的 ADSL, 下面将详细介绍 ADSL 的相关信息。

ADSL (非对称数字用户线) 是一种非对称的宽带接入方式, 即用户线的上行速率和下行速率不同。它采用 FDM (频分复用) 技术和 DMT 调制技术, 在保证不影响正常电话使用的前提下, 利用原有的电话双绞线进行高速数据传输。ADSL 的优点是可在现有的任意双绞线上传输, 误码率低, 系统投资少。缺点是有选线率问题、带宽速率低。

ADSL 不仅继承了 HDSL 技术成果, 而且在信号调制与编码、相位均衡, 以及回波抵消等方面采用了更加先进的技术, 性能更佳。由于 ADSL 的特点, ADSL 主要用于 Internet 接入、居家购物、远程医疗等。

从实际的数据组网形式上看, ADSL 所起的作用类似于窄带的拨号 MODEM, 担负着数据的传送功能。按照 OSI 七层模型的划分标准, ADSL 的功能从理论上应该属于七层模型的物理层。它主要实现信号的调制及提供接口类型等一系列底层的电气特性。同样, ADSL 的宽带接入仍然遵循数据通信的对等通信原则, 在用户侧对上层数据进行封装后, 在网络侧的同一层上进行开封。可见, 要实现 ADSL 的各种宽带接入, 在网络侧也必须有相应的网络设备相结合。

ADSL 的接入模型主要由中央交换局端模块 (ATU-C) 和远端用户模块 (ATU-R) 组成。中央交换局端模块包括中心 ADSL MODEM 和接入多路复用系统 DSLAM, 远端模块由用户 ADSL MODEM 和滤波器组成。

ADSL 能够向终端用户提供 1Mb/s~8Mb/s 的下行传输速率和 512Kb/s~1Mb/s 的上行速率, 有效传输距离在 3km~5km。

比较成熟的 ADSL 标准主要有两种, 分别是 G.DMT 和 G.Lite。G.DMT 是全速率的 ADSL 标准, 提供支持 8Mb/s 的下行速率, 及 1.5Mb/s 的上行速率, 但 G.DMT 要求用户端安装 POTS 分离器, 比较复杂且价格昂贵。G.Lite 是一种速度较慢的 ADSL, 它不需要在用户端进行线路的分离, 而是电话公司的远程用户分离线路。正式称为 ITU-T 标准 G-992.2 的 G.Lite, 提供了 1.544Mb/s~6Mb/s 的下行速率和 128Kb/s~384Kb/s 的上行速率。

目前, 众多 ADSL 厂商在技术实现上, 普遍将先进的 ATM 服务质量保证技术融入 ADSL 设备中, DSLAM (ADSL 的用户集中器) 的 ATM 功能的引入, 不仅提高了整个 ADSL 接入的总体性能, 为每一用户提供了可靠的接入带宽, 为 ADSL 星形组网方式提供了强有力的支撑, 而且完成了与 ATM 接口的无缝互联, 实现了与 ATM 骨干网的完

美结合。

## 6.8.2 HFC 接入

基于 HFC 网（光纤和同轴电缆混合网）的 Cable MODEM 技术是宽带接入技术中最先成熟和进入市场的，其巨大的带宽和相对经济性使其对有线电视网络公司和新成立的电信公司很具吸引力。

Cable MODEM 的通信和普通 MODEM 一样，是数据信号在模拟信道上交互传输的过程。但也存在差异：普通 MODEM 的传输介质在用户与访问服务器之间是独立的，即用户独享传输介质，而 Cable MODEM 的传输介质是 HFC 网，将数据信号调制到某个传输带宽与有线电视信号共享介质；另外，Cable MODEM 的结构较普通 MODEM 复杂，它由调制解调器、调谐器、加/解密模块、桥接器、网络接口卡、以太网集线器等组成，它无须拨号上网，不占用电话线，可提供随时在线连接的全天候服务。

目前 Cable MODEM 产品有欧、美两大标准体系，DOCSIS 是北美标准，DVB/DAVIC 是欧洲标准。欧、美两大标准体系的频道划分、频道带宽及信道参数等方面的规定，都存在较大差异，因而互不兼容。北美标准是基于 IP 的数据传输系统，侧重于对系统接口的规范，具有灵活的高速数据传输优势；欧洲标准是基于 ATM 的数据传输系统，侧重于 DVB 交互信道的规范，具有实时视频传输优势。

Cable MODEM 的工作过程是：以 DOCSIS 标准为例，Cable MODEM 的技术实现一般是从 87~860MHz 电视频道中分离出一条 6MHz 的信道用于下行传送数据。通常下行数据采用 64QAM（正交调幅）调制方式或 256QAM 调制方式。上行数据一般通过 5~65 MHz 之间的一段频谱进行传送，为了有效抑制上行噪音积累，一般选用 QPSK 调制（QPSK 比 64QAM 更适合噪音环境，但速率较低）。

CMTS（Cable MODEM 的前端设备）与 Cable MODEM 的通信过程为：CMTS 采用 10Base-T, 100Base-T 等接口通过交换型 HUB 与外界设备相连，通过路由器与 Internet 连接，或者直接连到本地服务器，享受本地业务。CMTS 从外界网络接收的数据帧封装在 MPEG-TS 帧中，通过下行数据调制（频带调制）后与有线电视模拟信号混合输出 RF 信号到 HFC 网络，CMTS 同时接收上行接收机输出的信号，并将数据信号转换成以太网帧给数据转换模块。用户端的 Cable MODEM 放在用户的家中，通过 10Base-T 接口，与用户计算机相连。其基本功能就是将用户计算机输出的上行数字信号调制成 5MHz~65MHz 射频信号进入 HFC 网的上行通道，同时，Cable MODEM 还将下行的 RF 信号解调为数字信号送给用户计算机。

HFC 技术可使电话公司迅速提供宽带业务。HFC 在一个 500 户左右的光结点覆盖区可以提供 60 路模拟广播电视、每户至少 2 路电话、速率至少高达 10Mb/s 的数据业务。将来利用其 550MHz~750MHz 频段还可以提供至少 200 路 MPEG-2 的点播电视业务，以及其他双向电信业务。有线接入网发展的一个重要趋势是 FTTC 与 HFC 融合，

进而向 FTTC 发展。最近,接入网又提出了一种新的组网方案:FTTC+HFC。FTTC+HFC 主干系统采用共缆光纤的方法分别传送数字(双向)与模拟信号,两种信息由设置于路边的光网络单元分别恢复成各自的基带信号之后,语音信号经双绞线送至用户,而数字和模拟视频信号经同轴电缆送至用户。

从长远看,HFC 网计划提供的是所谓全业务网(FSN),即以单个网络提供各种类型的模拟和数字业务。用户数可以从 500 户降到 25 户,实现光纤到路边。最终用户数可望降到 1 户,实现光纤到家。光纤的应用提供了一条通向宽带通信的新途径,但其回传信道的干扰问题仍需妥善解决。

目前已有多种解决回传干扰的方案可用,其中比较彻底的方案是小型光结点方案,用独立的光纤来传双向业务。小型光结点采用低成本激光器。由于小型光结点靠近用户,因而同轴网部分为无源网,回传信道则安排在高频端,从而彻底避免了回传信道的干扰问题。第二种比较好的方案是采用同步码分多址(S-CDMA)技术,干扰大大减少,系统可以工作在负信噪比条件,可望较好地解决回传信道的噪声和干扰问题。HFC 的最新发展趋势是与 DWDM 相结合,可以充分利用 DWDM 的降价趋势简化第二枢纽站,将路由器和服务器等移到前端,消除光—射频—光变换过程,从而简化系统,进一步降低成本。

### 6.8.3 高速以太网接入

传统以太网技术不属于接入网范畴,而属于用户驻地网(CPN)领域。但是,以太网的应用领域正在向包括接入网在内的其他公用网领域扩展,利用以太网作为接入手段的主要原因如下。

- (1) 以太网已有巨大的网络基础和长期的经验知识。
- (2) 目前所有流行的操作系统和应用都与以太网兼容。
- (3) 性能价格比好、可扩展性强、容易安装开通、可靠性高。

(4) 以太网接入方式与 IP 网很适应,同时以太网技术已有重大突破,容量分为 10/100/1000Mb/s 三级,可按需升级,10Gb/s 以太网系统也刚刚问世。

基于以太网技术的宽带接入网由局侧设备和用户侧设备组成。局侧设备一般位于小区内,用户侧设备一般位于居民楼内;或者局侧设备位于商业大楼内,而用户侧设备位于楼层内。局侧设备提供与 IP 骨干网的接口,用户侧设备提供与用户终端计算机相接的 10/100BASE-T 接口。局侧设备具有汇聚用户侧设备网管信息的功能。

宽带以太网接入技术具有强大的网管功能。与其他接入网技术一样,能进行配置管理、性能管理、故障管理和安全管理;还可以向计费系统提供丰富的计费信息,使计费系统能够按信息量、按连接时长或包月制等计费方式进行计费。

基于 5 类线的高速以太网接入无疑是一种较好的选择方式。在局域网中 IP 协议都是运行在以太网上,即 IP 包直接封装在以太网帧中,以太网协议是目前与 IP 配合得最

好的协议之一。目前大部分的商业大楼和新建住宅楼都进行了综合布线，布放了 5 类 UTP（非屏蔽双绞线），将以太网插口布到了桌边。以太网接入能给每个用户提供 10Mb/s 或 100Mb/s 的接入速率，它拥有的带宽是其他方式的几倍或者几十倍，完全能满足用户对带宽接入的需要。ADSL 虽然比 56k 速度快，但与以太网相比，还有很大差距，它只是人们迈向宽带过程中的一个过渡技术。由于 ADSL 和 Cable MODEM 的费用都很高，而以太网费用较低。所以以太网接入方式，在性能价格比上既适合中国国情，又符合网络未来发展趋势。

## 6.8.4 DDN 接入

数字数据网（Digital Data Network, DDN）是利用数字信道来连续传输数据信号的，它不具备数据交换的功能，不同于通常的报文交换网和分组交换网。DDN 的主要作用是向用户提供永久性和半永久性连接的数字数据传输信道，既可用于计算机之间的通信，也可用于传送数字化传真、数字语音、数字图像信号或其他数字化信号。永久性连接的数字数据传输信道是指用户间建立固定连接，传输速率不变的独占带宽电路。半永久性连接的数字数据传输信道对用户来说是非交换性的，但用户可提出申请，由网络管理人员对其提出的传输速率、传输数据的目的地和传输路由进行修改。

### 1. DDN 的特点

归纳起来 DDN 有以下几个特点。

**（1）传输速率高：**在 DDN 网内的数字交叉连接复用设备能提供 2Mb/s 或  $N \times 64\text{Kb/s}$  ( $\leq 2\text{Mb/s}$ ) 速率的数字传输信道。

**（2）传输质量较高：**数字中继大量采用光纤传输系统，用户之间专有固定连接，网络时延小。

**（3）协议简单：**采用交叉连接技术和时分复用技术，由智能化程度较高的用户端设备来完成协议的转换，本身不受任何规程的约束，是全透明网，面向各类数据用户。

**（4）灵活的连接方式：**可以支持数据、语音、图像传输等多种业务，它不仅可以和用户终端设备进行连接，也可以和用户网络连接，为用户提供灵活的组网环境。

**（5）电路可靠性高：**采用路由迂回和备用方式，使电路安全可靠。

**（6）网络运行管理简便：**采用网管对网络业务进行调度监控。

### 2. DDN 网络的结构

DDN 网络是由数字传输电路和相应的数字交叉复用设备组成的。其中，数字传输主要以光缆传输电路为主，数字交叉连接复用设备对数字电路进行半固定交叉连接和子速率的复用。

- DTE: 数据终端设备。接入 DDN 网的用户端设备可以是局域网, 通过路由器连至对端, 也可以是一般的异步终端或图像设备, 以及传真机、电传机、电话机等。DTE 和 DTE 之间是全透明传输。

- DSU: 数据业务单元。可以是调制解调器或基带传输设备, 以及时分复用、语音/数字复用等设备。

DTE 和 DSU 的主要功能是业务的接入和接出。

- NMC: 网管中心。可以方便地进行网络结构和业务的配置, 实时地监视网络运行情况, 进行网络信息、网络结点告警和线路利用情况等收集、统计报告。

按照网络的基本功能 DDN 网又可分为核心层、接入层、用户接口层。

(1) **核心层**: 以 2M 电路构成骨干结点核心, 执行网络业务的转接功能, 包括帧中继业务的转接功能。

(2) **接入层**: 为 DDN 各类业务提供子速率复用和交叉连接, 帧中继业务用户接入和本地帧中继功能, 以及压缩语音/G3 传真用户入网。

(3) **用户接口层**: 为用户入网提供适配和转接功能, 如小容量时分复用设备等。

## 6.9 无线网络技术

无线接入可分为移动接入与固定接入两种。其中移动接入又可分为高速和低速两种。高速移动接入一般可用蜂窝系统、卫星移动通信系统、集群系统等。低速移动接入系统可用 PGN 的微小区和毫微小区, 如 CDMA 的 WILL、PACS、PHS 等。固定接入是从交换结点到固定用户终端采用无线接入, 它实际上是 PSTN/ISDN 网的无线延伸, 其目标是为用户提供透明的 PSTN/ISDN 业务。固定无线接入系统的终端不含或仅含有限的移动性, 接入方式有微波一点多址、蜂窝区移动接入的固定应用、无线用户环路及卫星 VSAT 网等。

### 6.9.1 WiMax

WiMax (World Interoperability for Microwave Access) 论坛是由采用 IEEE 802.16 标准的设备和器件供应商成立的一个非营利性生产团体, 主要是向市场推广 IEEE 新的无线通信标准 802.16。WiMax 已成为 802.16 标准的代名词, 是一种面向城域网的宽带无线接入技术, 能提供面向因特网的高速连接。目前, Intel、Nokia、Proxim、Alvarion 和富士通等众多的国际性大公司相继加入 WiMax 组织, 以推动与保证基于 802.16 标准的宽带设备的兼容性和互通性。WiMax 组织积极推动 WiMax/802.16 产品在全球范围内的应用。

## 1. WiMax 技术概述

WiMax 的最大覆盖范围是 50km，是一种定位于宽带 IP 城域网的无线接入技术。主要用于固定无线宽带接入（FBWA）、地理位置分散的信息结点的回程传输，或大业务量用户的接入。由于 WiMax 作为城域网接入手段，采用了多种技术来应对建筑物阻挡情况下的非视距（NLOS）和阻挡视距（OLOS）的传播条件，因此其可以实现非视距传输（这种情形下的传输距离会有所缩短）。WiMax 系统既可以连接 WLAN 的结点和因特网，还可作为企业 T1 或家庭 xDSL 和 Cable MODEM 的无线扩充技术，或者取代有线宽带接入的市场。

从系统容量上看，WiMax 也有显著的优势。因为 WiMax 基站的一个扇区可同时支持 60 多个采用 E1/T1 的企业用户和数百个采用 xDSL 的家庭用户，因此，WiMax 的一个基站可以同时接入数百个远端用户站。同时，WiMax 可为同一用户站提供多个业务流的传输能力，可以更大提升实际接入用户数。

IEEE 802.16 是利用与 802.11a、802.11g 相同的 OFDM 技术，其传输距离为 30km~50km，突破了现有的无线宽带障碍，当在 20MHz 的信道带宽时，支持高达 100Mb/s 的共享数据传输速率。

整体来说，802.16 工作的频段采用的是无须授权频段，范围在 2GHz~66GHz 之间，而 802.16a 则是一种采用 2GHz~11GHz 无须授权频段的宽带无线接入系统，其信道带宽可根据需求在 1.5MHz~20MHz 范围内进行调整。可见，802.16 所使用的频谱将比其他任何无线技术更丰富。其至少具有如下优点。

- （1）对于已知的干扰，窄的信道带宽有利于避开干扰；
- （2）当信息带宽需求不大时，窄的信道带宽有利于节省频谱资源；
- （3）灵活的带宽调整能力，有利于运营商或用户协调频谱资源。

由以上叙述可知，WiMax 建网快、带宽大、容量高、见效早，可为运营商快速提供各种业务，完全可以组建一个支持城域网的综合业务网络，并具备进一步漫游接入的潜力。WiMax 是运营商在计划构建宽带 IP 城域网时需要重点考虑的一种技术。

## 2. WiMax 技术特点

**（1）链路层技术。**TCP/IP 协议的特点之一是对信道的传输质量有较高的要求。无线宽带接入技术面对日益增长的 IP 数据业务，必须适应 TCP/IP 协议对信道传输质量的要求。

在 WiMax 技术的应用条件下（室外远距离），无线信道的衰落现象非常显著，在质量不稳定的无线信道上运用 TCP/IP 协议，其效率将十分低下。WiMax 技术在链路层加入了 ARQ 机制，减少到达网络层的信息差错，可大大提高系统的业务吞吐量。同时 WiMax 采用天线阵、天线极化方式等天线分集技术来应对 OLOS 和 NLOS 造成的深衰落。这些措施都提高了 WiMax 的无线数据传输的性能。

**（2）QoS 性能。**WiMax 可以向用户提供具有 QoS 性能的数据、视频、语音（VoIP）



业务。WiMax 可以提供三种等级的服务：CBR（Constant Bit Rate，固定带宽）、CIR（Committed Rate，承诺带宽）、BE（Best Effort，尽力而为）。CBR 的优先级最高，任何情况下网络操作者与服务提供商以高优先级、高速率及低时延为用户提供服务，保证用户订购的带宽。CIR 的优先级次之，网络操作者以约定的速率来提供服务，但速率超过规定的峰值时，优先级会降低，还可以根据设备带宽资源情况向用户提供更多的传输带宽。BE 则具有更低的优先级，这种服务类似于传统 IP 网络的尽力而为的服务，网络不提供优先级与速率的保证，在系统满足其他用户较高优先级业务的条件下，尽力为用户提供传输带宽。

### 3. WiMax 与 Wi-Fi 的对比

Wi-Fi 联盟是由采用 IEEE 802.11 标准的设备和器件供应商成立的一个非营利性组织，Wi-Fi 已成为推动 802.11 标准产品互通性的事实上的权威性组织，Wi-Fi 也成为 802.11 标准的代名词。因为 Wi-Fi 标准是针对局域网的无线接入技术制订的，覆盖距离通常只有 10~300 米，所以可以说 Wi-Fi 解决的是“最后 100 米”的通信接入。

Wi-Fi（802.11）是当前应用最为广泛的无线局域网媒体接入控制（MAC）和物理层标准。已经形成并正在市场推广应用的有 802.11、802.11b、802.11a、802.11g，还有 802.11e、802.11f 正在讨论制订中。Wi-Fi 标准使用无牌照的 2.4GHz 和 5GHz 频段，速率可以达到 11Mb/s、22Mb/s 以至 54Mb/s。

在物理层、调制技术、MAC 层技术方面，Wi-Fi 采用了与 WiMax 不同的技术。在 Wi-Fi 标准系列中，802.11b 的物理层采用 BPSK 或 CCK（补码键控）+QPSK 调制方式，码速率为 11MHz；802.11a 采用 OFDM（正交频分复用）调制方式，码速率达到 54 MHz；802.11g 则兼容两种标准，采用了两种调制技术。Wi-Fi 占用 20MHz 或 22 MHz 的固定的信道带宽。Wi-Fi 技术的 MAC 协议采用的是 CSMA/CA（载波监听多路访问/冲突避免）协议。采用这种 MAC 协议比较适合突发性较大的业务种类如数据业务，可以提供较短的响应时间，较高的传输带宽，但也使得 Wi-Fi 不能像 WiMax 那样具备带宽动态分配的能力，提供业务的 QoS 性能，如时延要求，不适合视频、话音业务。

## 6.9.2 CDMA 2000

CDMA 2000（Code Division Multiple Access 2000）是一种 3G 移动通信标准，国际电信联盟 ITU 的 IMT-2000 标准认可的无线电接口，也是 2G cdmaOne 标准的延伸。根本的信令标准是 IS-2000。CDMA 2000 与其他两个 3G 标准 WCDMA、TD-SCDMA 不兼容。

CDMA 2000 最终正式标准是 2000 年 3 月通过的。CDMA 2000 有下列技术特点。

（1）多种信道带宽。前向链路上支持多载波（MC）和直扩（DS）两种方式；反向链路仅支持直扩方式。

（2）当采用多载波方式时，能支持多种射频带宽，即射频带宽可为  $N \times 1.25\text{MHz}$ ，

其中  $N=1、3、5、9$  或  $12$ 。目前技术仅支持前两种，即  $1.25\text{MHz}$ （CDMA 2000-1X）和  $3.75\text{MHz}$ （CDMA 2000-3X）。

目前中国电信采用的 3G 标准就是 CDMA 2000。

### 6.9.3 WCDMA

WCDMA（Wideband Code Division Multiple Access），即宽带码分多址，它是一种 3G 移动通信标准。该标准由 3GPP 制订，是基于 GSM MAP 核心网，以 UTRAN 为无线接口的第三代移动通信系统。目前 WCDMA 有 Release 99、Release 4、Release 5、Release 6 等版本。

在第三代移动通信规范提案的概念评估过程中，WCDMA 技术以其自身的技术优势成为 3G 的主流技术之一，目前全世界已有超过 200 个国家使用该标准。目前中国联通采用的 3G 标准就是 WCDMA。

### 6.9.4 TD-SCDMA

TD-SCDMA（Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access），即时分同步码分多址，它是一种 3G 移动通信标准。相对于另两个主要 3G 标准 CDMA 2000 和 WCDMA 起步较晚。

TD-SCDMA 作为中国提出的第三代移动通信标准，自 1998 年正式向 ITU 提交以来，已经历十多年的时间，完成了标准的专家组评估、ITU 认可并发布、与 3GPP 体系的融合、新技术特性的引入等一系列的国际标准化工作，从而使 TD-SCDMA 标准成为第一个由中国提出的，以我国知识产权为主的、被国际上广泛接受和认可的无线通信国际标准。这是我国电信史上重要的里程碑。

目前中国移动采用的 3G 标准就是 TD-SCDMA。

### 6.9.5 4G

第四代移动电话行动通信标准，指的是第四代移动通信技术。该技术包括 TD-LTE 和 FDD-LTE 两种制式（严格意义上来讲，LTE 只是 3.9G，尽管被宣传为 4G 无线标准，但它其实并未被 3GPP 认可为国际电信联盟所描述的下一代无线通信标准 IMT-Advanced，因此在严格意义上其还未达到 4G 的标准。只有升级版的 LTE Advanced 才满足国际电信联盟对 4G 的要求）。

4G 就是 3G 加 WLAN，它能够快速传输数据、高质量、音频、视频和图像等。4G 能够以  $100\text{Mbps}$  以上的速度下载，比目前的家用宽带 ADSL（4 兆）快 25 倍，并能够满足几乎所有用户对于无线服务的要求。此外，4G 可以在 DSL 和有线电视调制解调器没有覆盖的地方部署，然后扩展到整个地区。

## 6.9.6 5G

第五代移动电话行动通信标准，也称第五代移动通信技术，外语缩写：5G，也是4G之后的延伸，正在研究中。近日，诺基亚与加拿大运营商 Bell Canada 合作，完成加拿大首次 5G 网络技术的测试。测试中使用了 73GHz 范围内频谱，数据传输速率为加拿大现有 4G 网络的 6 倍。该技术可在 28GHz 超高频段以每秒 1Gbps 以上的速度传送数据，且最长传送距离可达 2 公里。相比之下，当前的第四代长期演进（4GLTE）服务的传输速率仅为 75Mbps。

## 6.10 光网络技术

光纤通信具有通信容量大、质量高、性能稳定、防电磁干扰、保密性强等优点。在干线通信中，光纤扮演着重要角色，在接入网中，光纤接入已成为发展的重点。光纤接入网指的是接入网中的传输媒质为光纤的接入网。光纤接入网从技术上可分为两大类：即有源光网络（Active Optical Network, AON）和无源光网络（Passive Optical Network, PON）。有源光网络又可分为基于 SDH（同步光网络）的 AON 和基于 PDH（异步光网络）的 AON。

光纤接入技术与其他接入技术相比，最大优势在于可用带宽大，而且还有巨大潜力可以开发，在这方面其他接入技术根本无法与其相比。光纤接入网还有传输质量好、传输距离长、抗干扰能力强、网络可靠性高、节约管道资源等特点。另外，SDH 和 APON 设备的标准化程度都比较高，有利于降低生产和运行维护成本。

当然，与其他接入技术相比，光纤接入网也存在一定的劣势。最大的问题是成本还比较高。尤其是光结点离用户越近，每个用户分摊的接入设备成本就越高。另外，与无线接入相比，光纤接入网还需要管道资源。这也是很多新兴运营商看好光纤接入技术，但又不得不选择无线接入技术的原因。

根据光网络单元的位置，光纤接入方式可分为如下几种：FTTR（光纤到远端接点）、FTTB（光纤到大楼）、FTTC（光纤到路边）、FTTZ（光纤到小区）和 FTTH（光纤到户）。光网络单元具有光/电转换、用户信息分接和复接，以及向用户终端馈电和信令转换等功能。当用户终端为模拟终端时，光网络单元与用户终端之间还有数模和模数的转换器。

### 6.10.1 接入网用 SDH 系统

有源光网络的局端设备（CE）和远端设备（RE）通过有源光传输设备相连，传输技术是骨干网中已大量采用的 SDH 和 PDH 技术，但以 SDH 技术为主。远端设备主要

完成业务的收集、接口适配、复用和传输功能。局端设备主要完成接口适配、复用和传输功能。此外，局端设备还向网络管理系统提供网管接口。在实际接入网建设中，有源光网络的拓扑结构通常是星型或环行。

SDH 已经在核心网得到广泛应用。目前，带宽需求和技术都已显示有必要把 SDH 的技术上的巨大优势带进接入网领域，使 SDH 的功能和接口尽可能靠近用户。在接入网中应用 SDH 的主要优势如下。

(1) 对于要求高可靠、高质量业务的大型企事业用户，SDH 可以提供理想的网络性能和业务可靠性。此时可以直接用 SDH 系统以点到点或环形拓扑形式与用户相连。

(2) 可以增加传输带宽，改进网管能力，简化维护工作，降低运行维护成本。

(3) SDH 的固有灵活性使网络运营者可以更快更有效地提供用户所需长期和短期的业务，以及满足组网需要。对于发展极其迅速的蜂窝通信系统，采用 SDH 系统尤其适合，可以迅速灵活地提供所需的 2Mb/s 透明通道。

接入网用 SDH 的最新发展趋势是支持 IP 接入。目前至少需要支持以太网接口的映射，于是除了携带话音业务量以外，可以利用部分 SDH 净负荷来传送 IP 业务，从而使 SDH 也能支持 IP 的接入。支持的方式有多种，除了现有的 PPP 方式外，利用 VC12 的级联方式来支持 IP 传输也是一种效率较高的方式。总之，作为一种成熟可靠提供主要业务收入的传送技术，在可以预见的将来仍然会不断改进，支持电路交换网向分组网的平滑过渡。

## 6.10.2 无源光网络 PON

无源光网络是一种纯介质网络，避免了外部设备的电磁干扰和雷电影响，减少了线路和外部设备的故障率，提高了系统可靠性，同时节省了维护成本，是电信维护部门长期期待的技术。PON 的业务透明性较好，原则上可适用于任何制式和速率信号。特别是一个 ATM 化的无源光网络（APON）可以通过利用 ATM 的集中和统计复用，再结合无源分路器对光纤和光线路终端的共享作用，使成本有望比传统的以电路交换为基础的 PDH/SDH 接入系统低 20%~40%。

APON 中数字信号的标称比特率应该是 8kHz 的整数倍。其标称线路速率有两种：可适用于 FTTC ab/C/B/H 的对称 155.52Mb/s 与适用于 FTTC ab/C/B 的非对称速率（下行 622.08Mb/s，上行 155.52Mb/s）。其双向传输方法主要有两种：第一种采用单纤波分复用方式；第二种采用单向双纤空分复用方式，工作在 1310μm 区，以便充分利用低成本的光源。与窄带 PON 不同之处在于不采用单纤双向时分压缩复用（TCM）方式，主要是考虑集成电路的速率和成本的因素。

## 6.11 综合布线

20 世纪 80 年代以来,随着科学技术的不断发展,尤其是通信、计算机网络、控制和图形显示技术的相互融合和发展,高层房屋建筑服务功能的增加和客观要求的提高,传统的专业布线系统已经不能满足需要。为此发达国家开始研究和推出综合布线系统,20 世纪 80 年代后期综合布线系统逐步引入我国。近几年来我国国民经济持续高速发展,城市中各种新型高层建筑和现代化公共建筑不断建成,尤其是作为信息化社会象征之一的智能化建筑中的综合布线系统已成为现代化建筑工程中的热门话题,也是建筑工程和通信工程中设计和施工相互结合的一项十分重要的内容。

### 6.11.1 综合布线概述

#### 1. 综合布线系统的定义

综合布线系统(Premises Distribution System, PDS),又称结构化综合布线系统(Structured Cabling System, SCS),由于各国产品类型不同,综合布线系统的定义是有差异的。我国信息产业部发布的《大楼通信综合布线系统》(YD/T 926.1~3-2001)中,对综合布线系统的定义可以归纳为:“通信电缆、光缆、各种软电缆及有关连接硬件构成的通用布线系统,它能支持多种应用系统。即使用户尚未确定具体的应用系统,也可进行布线系统的设计和安装。综合布线系统中不包括应用的各种设备。”

目前所说的建筑物与建筑群综合布线系统(Generic Cabling System for Building and Campus),简称综合布线系统。它是指一幢建筑物内(或综合性建筑物)或建筑群体中的信息传输媒质系统。由于它将相同或相似的缆线(如双绞线、同轴电缆或光缆)、连接硬件组合在一套标准的且通用的、按一定秩序和内部关系而集成的整体,因此目前它是以 CA 为主的综合布线系统。今后随着科学技术的发展,会逐步提高和完善,形成能真正充分满足智能化建筑所需的要求。

#### 2. 综合布线系统的特点

综合布线系统是目前国内外推广使用的比较先进的综合布线方式,具有兼容性、开放性、灵活性、可靠性、先进性和经济性等特点。

**(1) 兼容性:** 综合布线系统的兼容性是指它自身是完全独立的而与应用系统相对无关,可适用于多种应用系统。它将语音、数据与监控设备等信号线经过统一的规划和设计,采用相同的传输介质、信息插座、交连设备、适配器等,把这些不同的信号综合到一套标准的布线中,它比传统布线大为简化,可节约大量的物资、时间和空间。

**(2) 开放性:** 对于传统的布线方式,只要用户选定了某种设备,也就选定了与之相适应的布线方式和传输媒体。如果更换另一设备,那么原来的布线就要全部更换。对于一个已经完工的建筑物,这种变化是十分困难的,要增加很多投资。

综合布线由于采用开放式体系结构，符合多种国际上现行的标准，因此它几乎对所有著名厂商的产品都是开放的，如计算机设备、交换机设备等，并对所有通信协议也是支持的，如 ISO/IEC 8802-3，ISO/IEC 8802-5 等。

**(3) 灵活性：**综合布线系统应能满足灵活应用的要求，使用多种高性能的线缆来满足多种应用系统的联网需求。即任一信息点可连接不同类型的设备，包括计算机、打印机、终端、数控设备、电话/传真机及多媒体设备等，并能与众多厂家产品兼容，使各个厂家的设备都能插入到这组通用的综合布线系统中去。

**(4) 可靠性：**综合布线系统采用高品质的材料和组合压接的方式构成一套高标准的信息传输通道。所有线缆和连接件均通过 ISO 认证，并全部采用点到点连接，从而保障了应用系统的可靠运行。

**(5) 先进性：**综合布线系统采用光纤和双绞线混合布线方式，极为合理地构成一套完整的布线系统，它的设计目标决定了系统必须采用先进的概念、技术、方法和设备。既要反映当前水平，又具有较大发展潜力。

综合布线系统一般具有 15 年以上的使用寿命，而信息技术的发展又异常迅猛，与传统布线相比综合布线中因各应用系统采用相同的传输介质，可互为备用，提高了备用冗余，所以具有充分扩展的能力。

**(6) 经济性：**综合布线系统支持各种系统和设备的集成，如可将语音、数据、图像、监控等设备设计在一起工作，从而在硬件、软件、培训方面具有投资保护性。同时在满足应用要求的基础上，尽可能降低造价，提供系统的性价比。

### 3. 综合布线系统的范围

综合布线系统的范围应根据建筑工程项目范围来定，一般有两种范围，即单幢建筑和建筑群体。单幢建筑中的综合布线系统范围，一般指在整幢建筑内部敷设的管槽系统、电缆竖井、专用房间（如设备间等）和通信缆线及连接硬件等。建筑群体因建筑幢数不一、规模不同，有时可能扩大成为街坊式的范围（如高等学校校园式），其范围难以统一划分，但不论其规模如何，综合布线系统的工程范围除上述每幢建筑内的通信线路和其他辅助设施外，还需包括各幢建筑物之间相互连接的通信管道和线路，这时综合布线系统较为庞大而复杂。

我国通信行业标准《大楼通信综合布线系统》（YD/T 926）的适用范围规定是跨越距离不超过 3000m、建筑总面积不超过 100 万平方米的布线区域，其人数为 50~50 万人。如布线区域超出上述范围时可参照使用。上述范围是从基建工程管理的要求考虑的，与今后的业务管理和维护职责等的划分范围有可能是不同的。可见，综合布线系统的具体范围应根据网络结构、设备布置和维护办法等因素来划分相应范围。

## 6.11.2 综合布线系统的组成

我国信息产业部发布的通信行业标准《大楼通信综合布线系统》（YD/T 926.1~

3-2001), 该标准非等效采用国际标准化组织 / 国际电工委员会标准 ISO/IEC IS 11801 《信息技术—用户综合布线》。在制订行业标准时, 对国际标准中收录的产品品种系列进行优化筛选, 同时参考了美国标准 ANSI/EIA/TIA-568A(B) 《商用建筑通信布线标准》, 并根据我国具体情况予以吸收和完善, 它的组成和子系统划分与国际标准是完全一致的, 如图 6-6 所示。

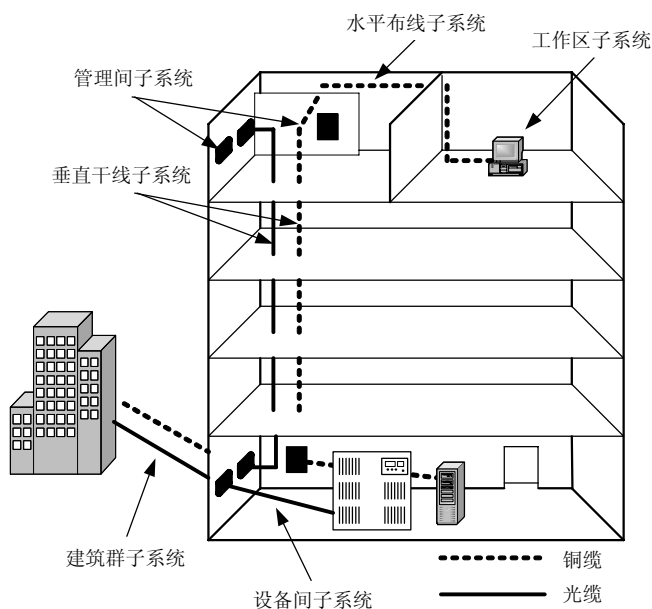


图 6-6 ANSI/EIA/TIA 568A 标准中综合布线系统的组成结构

### 1. 工作区子系统

工作区子系统 (Work Area Subsystem), 它由终端设备连接到信息插座的连线组成, 它包括连接器和适配器。

在进行终端设备和 I/O 连接时, 可能需要某种传输电子装置, 但这种装置并不是工作区子系统的一部分。例如调制解调器, 它能为终端与其他设备之间的兼容性和传输距离的延长提供所需的转换信号, 但不能说是工作区子系统的一部分。

工作区子系统所使用的连接器必须具备国际 ISDN 标准的 8 位接口, 这种接口能接受楼宇自动化系统所有低压信号及高速数据网络信息和数码声频信号。

### 2. 水平干线子系统

水平干线子系统 (Horizontal Backbone Subsystem) 也称为配线子系统。水平干线子系统是整个布线系统的一部分, 实现信息插座和管理子系统 (跳线架) 间的连接。结构一般为星形结构, 它与垂直干线子系统的区别在于: 水平干线子系统总是在一个楼层上, 仅与信息插座、管理间连接。在综合布线系统中, 水平干线子系统由 4 对 UTP (非

屏蔽双绞线)组成,能支持大多数现代化通信设备,如果有磁场干扰或信息保密时可用屏蔽双绞线。在高宽带应用时,可以采用光缆。

### 3. 管理间子系统

管理间子系统(Administration Subsystem)由交连、互连配线架组成。管理点为连接其他子系统提供连接手段。交连和互连允许将通信线路定位或重定位到建筑物的不同部分,以便能更容易地管理通信线路,使在移动终端设备时能方便地进行插拔。管理间为连接其他子系统提供手段,它是连接垂直干线子系统和水平干线子系统的设备,其主要设备是配线架、HUB 和机柜、电源。

交连和互连允许将通信线路定位或重定位在建筑物的不同部分,以便能更容易地管理通信线路。I/O 位于用户工作区和其他房间或办公室,使在移动终端设备时能够方便地进行插拔。

在使用跨接线或插入线时,交叉连接允许将端接在单元一端的电缆上的通信线路连接到端接在单元另一端的电缆上的线路。跨接线是一根很短的单根导线,可将交叉连接处的两根导线端点连接起来;插入线包含几根导线,而且每根导线末端均有一个连接器。插入线为重新安排线路提供了一种简易的方法。

互连与交叉连接的目的相同,但它不使用跨接线或插入线,只使用带插头的导线、插座、适配器。互连和交叉连接也适用于光纤。

### 4. 垂直干线子系统

垂直干线子系统(Backbone Subsystem),是整个建筑物综合布线系统的一部分。它提供建筑物的干线电缆,负责连接管理间子系统到设备间子系统的子系统,一般使用光缆或选用大对数的非屏蔽双绞线。它也提供了建筑物垂直干线电缆的路由。该子系统通常是在两个单元之间,特别是在位于中央结点的公共系统设备处提供多个线路设施。该子系统由所有的布线电缆组成,或有导线和光缆及将此光缆连到其他地方的相关支撑硬件组合而成。传输介质可能包括一幢多层建筑物的楼层之间垂直布线的内部电缆,或从主要单元如计算机房或设备间和其他干线接线间来的电缆。

为了与建筑群的其他建筑物进行通信,干线子系统将中继线交叉连接点和网络接口(由电话局提供的网络设施的一部分)连接起来。网络接口通常放在设备相邻的房间。

### 5. 楼宇(建筑群)子系统

楼宇(建筑群)子系统(Campus Backbone Subsystem),实现建筑物之间的相互连接,常用的通信介质是光缆,主干线和建筑群间使用光缆。

### 6. 设备间子系统

设备间子系统也称设备子系统(Equipment Room Subsystem)。设备子系统由设备间中的电缆、连接器和相关支撑硬件组成,它把公共系统设备的各种不同设备互连起来。该子系统将中继线交叉连接处和布线交叉处与公共系统设备(如 PBX)连接起来。



# 第 7 章 云计算

随着互联网技术的高速发展，人们的生活开始与互联网产生越来越密切的联系。早在 1983 年就提出的“网络是电脑”的概念也渐渐被众人所接受。本章将介绍云计算的相关基础知识。虽然云计算并未在考试大纲中出现，但它属于一种重要的新技术，属于本级别的考试内容。

## 7.1 云计算的概念与特点

云计算（Cloud Computing），是一种基于互联网的计算方式，通过这种方式，共享的软硬件资源和信息可以按需提供给计算机和其他设备。云其实是网络、互联网的一种比喻说法。云计算的核心思想，是将大量用网络连接的计算资源统一管理和调度，构成一个计算资源池向用户提供按需服务。提供资源的网络被称为“云”。狭义云计算指 IT 基础设施的交付和使用模式，指通过网络以按需、易扩展的方式获得所需资源；广义云计算指服务的交付和使用模式，指通过网络以按需、易扩展的方式获得所需服务。这种服务可以是 IT 和软件、互联网相关，也可是其他服务。

云计算是网格计算、分布式计算、并行计算、效用计算、网络存储、虚拟化、负载均衡等传统计算机和网络技术发展融合的产物。它是一种基于并高度依赖于 Internet，用户与实际服务提供的计算资源相分离，集合了大量计算设备和资源，并向用户屏蔽底层差异的分布式处理架构。

云计算作为一个新兴事物，虽然在理论和应用上都没有得到一致性的共识，但也可以归纳出以下几个方面的特点。

（1）集合了大量计算机，规模达到成千上万。一方面，大量的计算机可以提供强大的整体计算能力；另一方面，整体管理还可以降低管理和维护成本，通过对计算机运行环境的优化，缩短单台计算机的服务周期。

（2）多种软硬件技术相结合。在云计算的组织结构中，使用到了诸如分布式、负载均衡和服务器集群等技术；在基于云计算的应用设计中，还会用到 B/S、Web Service、SOA 等技术；在硬件组织和机房建设中，又会使用到一些现已成熟的冷却、通风和布线等技术。

(3) 对客户端设备的要求低。通常，云计算的客户端系统只需要满足能够运行一个浏览器的要求即可。而且，云计算的客户端是多样的，可以是一台 PC，也可以是一部移动电话。客户端只需要将相应的数据展现给客户，并对用户的输入进行收集和提交即可，业务逻辑中的大部分都将转换到云计算服务器上，数据也将存储在云端。例如，在商业的 SaaS 应用中，大部分的客户端都是浏览器。当然，有些情况下需要安装一些插件。

(4) 规模化效应。云计算的服务器是大规模的，用户也是大规模的，这使得管理与维护都得以集中，不仅降低了服务器的维护成本，还使软硬件资源得到最充分的利用。当然，这在很大程度上也加深了灾难的蝴蝶效应，一旦云计算的关键设施出现问题，例如，遭遇攻击，或者网络发生异常等，对于客户的影响将是致命的。

## 7.2 云计算的应用

总的来讲，云计算是一种大量服务器的组成架构，其提供的计算资源并不能直接给用户使用，而是通过其他方式，例如，向用户提供搜索、存储、相册、Blog、科学计算等应用服务的方式来展现其魅力。目前，云计算已经被应用到以下几个方面。

(1) 存储服务。即“云存储”，它是指通过集群应用、网格技术或分布式文件系统等功能，将网络中大量各种不同类型的存储设备通过应用软件集合起来协同工作，共同对外提供数据存储和业务访问功能的一个系统。当云计算系统运算和处理的核心是大量数据的存储和管理时，云计算系统中就需要配置大量的存储设备，那么云计算系统就转变成为一个云存储系统，所以云存储是一个以数据存储和管理为核心的云计算系统。例如，Amazon 所提供的 S3，就是一种向用户提供存储服务的云计算应用，Microsoft 公司通过 Windows Live 的 SkyDriver 向用户提供网络存储服务，Google Docs 在 2009 年 7 月的一次更新中也开始支持对任意文件的存储。

(2) 搜索。各大搜索引擎公司（例如，Google 等）为了满足用户的需求，并提供良好的用户体验，都使用了大量的服务器，组成服务器群，把用户的请求进行拆分、执行和返回。

(3) 科学计算。小型团队在实验或者项目必需的情况下，必定会有大量的计算需求，但无论是购买设备，还是租用大型计算机，都将有不菲的费用，而通过购买云计算的资源（例如，Amazon 的 EC2 服务），搭建需要的平台，基本可以在前期零投入的情况下来满足相应的计算需求。

(4) 安全应用。即“云安全”，它是指通过网状的大量客户端对网络中软件行为的异常监测，获取互联网中木马、恶意程序的最新信息，推送到 Server 端进行自动分析和处理，再把病毒和木马的解决方案分发到每一个客户端。云安全的策略构想是：使用者越多，每个使用者就越安全，因为如此庞大的用户群，足以覆盖互联网的每个角落，

只要某个网站被挂马或某个新木马病毒出现，就会立刻被截获。

(5) 软件即服务 (Software as a Service, SaaS)。通过利用 B/S 架构，将企业的业务逻辑和数据都置于云计算的服务器群中，以适应中小企业的低成本满足应用需求的要求。本章后面的章节将详细介绍该内容。

另外，云计算可以应用到基础设施即服务 (Infrastructure as a Service, IaaS) 和平台即服务 (Platform as a Service, PaaS) 中。一般地，当有以下需求的时候，就可以考虑使用云计算服务。

- (1) 短时间内的中、大规模计算需求。
- (2) 零成本的前期投入，并且总体拥有成本 (Total Cost of Ownership, TCO) 较优。
- (3) 在充分相信云计算服务提供商的情况下的数据安全性需求。
- (4) 没有足够的服务器管理和运维人员。
- (5) 在终端设备配置较差的情况下完成较复杂的应用。

当使用云计算服务时，一般都可以达到前期成本的零投入，短时间内在云计算环境中搭建一个满足大规模计算需求的虚拟服务器或虚拟服务器集群。而且，用户不需要配置专门的维护人员，云计算服务的提供商也会为数据和服务器的安全做出相对较高水平的保护。由于云计算将数据存储在云端 (分布式的云计算设备中承担计算和存储功能的部分)，业务逻辑和相关计算都在云端完成，因此，终端只需要一个能够满足基础应用的普通设备即可。

## 7.3 基础设施即服务 (IaaS)

基础设施即服务 (Infrastructure as a Service, IaaS)：消费者通过 Internet 可以从完善的计算机基础设施获得服务，这类服务称为基础设施即服务。例如：The New York Times 使用成百上千台 Amazon EC2 实例在 36 小时内处理 TB 级的文档数据。如果没有 EC2，The New York Times 处理这些数据将要花费数天或者数月的时间。

Amazon EC2 是一个让用户可以租用云电脑运行所需应用的系统。EC2 借由提供 Web 服务的方式让用户可以弹性地运行自己的 Amazon 机器镜像文件，用户将可以在这个虚拟机上运行任何自己想要的软件或应用程序。

IaaS 分为两种用法：公共的和私有的。公共的是指在基础设施云中使用公共服务器池；而私有的服务往往使用企业内部数据中心的一组公用或私有服务器池。所以这里的私有也就是专用的意思。如果在企业数据中心环境中开发软件，那么这两种类型都能使用，而且使用 EC2 临时扩展资源的成本也很低。

目前比较成熟的 IaaS 平台产品有：OPENStack 和 Eucalypts。

(1) OPENStack：Rackspace 和 NASA 联手推出的云计算平台。为那些希望给用户

提供云服务的托管供应商们创造了进入云计算领域的机会，就像 Parallels Virtuozzo 为

Web 托管公司开发了虚拟化私有服务器。

(2) Eucalyputs 即 Elastic Utility Computing Architecture for Linking Your Programs To Useful Systems, 它是一种开源的软件基础结构, 用来通过计算集群或工作站群实现弹性的、实用的云计算。它最初是美国加利福尼亚大学 Santa Barbara 计算机科学学院的一个研究项目, 现在已经商业化, 发展成为了 Eucalyptus Systems Inc。不过, Eucalyptus 仍然按开源项目那样维护和开发。Eucalyptus Systems 还在基于开源的 Eucalyptus 构建额外的产品; 它还提供支持服务。

## 7.4 平台即服务 (PaaS)

平台即服务 (Platform as a Service, PaaS): 把服务器平台 (或开发环境) 作为一种服务提供的商业模式。通俗一点讲, 就是将软件研发的平台作为一种服务, 以 SaaS 的模式提交给用户。因此, PaaS 也是 SaaS 模式的一种应用。但是, PaaS 的出现可以加快 SaaS 的发展, 尤其是加快 SaaS 应用的开发速度。在 2007 年国内外 SaaS 厂商先后推出自己的 PaaS 平台。

PaaS 之所以能够推进 SaaS 的发展, 主要在于它能够为企业提供定制化研发的中间件平台, 同时涵盖数据库和应用服务器等。目前一些厂商的 PaaS 平台技术已趋于成熟, 基于这样的 PaaS 平台可以快速开发自己所需要的应用和产品。同时, PaaS 平台开发的应用能更好地搭建基于 SOA 架构的企业应用。PaaS 对于 SaaS 运营商来说, 可以帮助他们进行产品多元化和产品定制化。例如, Salesforce 的 PAAS 平台让更多的 ISV 成为其平台的客户, 从而开发出基于他们平台的多种 SaaS 应用, 使其成为多元化软件服务供货商 (MultiApplication Vendor), 而不再只是一家 CRM 随选服务提供商。而国内的 SaaS 厂商 800app 通过 PAAS 平台, 改变了仅是 CRM 供应商的市场定位, 实现了 BTO (Built To Order, 按订单生产) 和在线交付流程。使用 800app 的 PAAS 开发平台, 用户不再需要任何编程即可开发包括 CRM、OA、HR、SCM、进销存管理等任何企业管理软件, 而且不需要使用其他软件开发工具并立即在线运行。

## 7.5 软件即服务 (SaaS)

软件即服务 (Software As a Service, SaaS): 基于互联网的服务提供、软硬件资源租赁、数据存储、安全保障等服务的商业应用。它是以互联网为基础, 将应用和软件以服务的方式提供的软件运营模式。对于用户来讲, 服务和数据就是其信息系统的全部。系统的管理和维护将被集中, 由 SaaS 运营商来承担相关工作, SaaS 的运营商通常还会是软件的开发商。

SaaS 是一种 Internet 软件运营和销售模式,与传统的软件运营模式相比,有以下几个特点。

(1) 高度依赖 Internet。虽然在理论上,只要用户与 SaaS 运营商的服务器有网络连接就可以完成,但实际上,这个网络连接通常由 Internet 来扮演。

(2) 软件几乎都基于 B/S 架构。B/S 架构的一个重要特点就是客户端的标准化,使得其部署非常简单、方便,甚至基本不需要部署,通常的计算机甚至手持设备都能完成这个任务,只要可以运行支持 WWW 标准的浏览器即可。B/S 架构还带来了表现、逻辑和数据的分离,这使得服务的提供能够更简便,数据的安全性也有一定的保证。

(3) TCO 最优。几乎为零的前期投入,按功能、规模和时间取费的收费策略,无论是对于保护投资,还是降低成本,都具有决定性的作用。尤其是 SaaS 运营商提供的免费试用和功能定制,更为降低 TCO、避免浪费提供了更多的保证。另外, SaaS 不需要用户方的系统管理和维护,也节省了企业的人力运营成本。

(4) 多用户并行于一套系统。SaaS 之所以能够降低 TCO,原因之一就是多个用户的资源共享,包括服务器计算资源、网络带宽,甚至是程序和数据级的共享,例如,多个用户使用同一套系统,将数据存放于同一个数据库中等。

(5) 集中的系统管理与维护。B/S 架构中的业务逻辑层和数据层被转移到 SaaS 运营商的服务器上,由其进行集中系统管理与维护,以及软件产品的修改和升级等。不仅提升了系统管理和维护的水平,便于软件系统的更新与升级,也为企业降低了相应的 IT 运维部门的人力需求。当然,集中的管理模式也会引起灾难的蝴蝶效应,这加大了系统管理与维护的安全压力。

(6) 安全隐患。安全隐患可能来自 SaaS 运营商内部和外部,甚至 SaaS 软件的其他用户。有意或者无意的破坏都会有非常大的影响,尤其是在多个企业数据被集中的情况下,更容易产生灾难的规模效应。虽然数据存储在企业内部也会有安全问题,但大多数中小企业都不习惯“将自己的鸡蛋放在别人的篮子里”。安全隐患的顾虑,有时也来自信任问题,企业的数字都是其重要财产之一,尤其是客户资料和财务数据,存放在企业外部的服务器上,难免会让人对 SaaS 运营商产生信任问题。

规模化经营是一个行业发展的趋势,软件行业也不例外。SaaS 使得软件由一种产品转变成了服务,将需求的满足从系统的管理和维护中剥离,这都使得软件应用和信息化能够真正地走进信息化时代。当然,其中的问题也必须正视,尤其是安全和信任问题,是 SaaS 发展的巨大障碍。

SaaS 是目前较为热门的一个应用,尤其是在中小企业的信息化中,在信息化项目预算有限的情况下,可以有效地保证投资的安全性,而且后期不需要专人维护,对于用户来讲,只需要接受和使用相应的服务即可。当然,目前也存在一些问题,诸如数据的安全问题、服务的客户定制问题等。

# 第 8 章 物联网

物联网是一个基于互联网、传统电信网等信息承载体，让所有能够被独立寻址的普通物理对象实现互联互通的网络。该技术近几年被各行各业所关注，用于解决很多应用问题。考试大纲并未要求考生掌握物联网的相关知识，但考试时却有相关考题，所以要求掌握相关基本知识。

## 8.1 物联网的基本概念

顾名思义，物联网（the Internet of Things, IoT）是实现物物相连的互联网络。其内涵包含两个方面：第一，物联网的核心和基础仍然是互联网，是在互联网基础上延伸和扩展的网络；第二，其用户端延伸和扩展到了任何物体与物体之间，使其进行信息交换和通信。

物联网是将无处不在的末端设备和设施，包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等和“外在使能”的，如贴上 RFID 的各种资产、携带无线终端的个人与车辆等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”，通过各种无线、有线的长距离/短距离通信网络实现互联互通、应用大集成，以及基于云计算的 SaaS 营运等模式。提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持等管理和服务功能。实现对“万物”的“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化。

## 8.2 物联网的层次结构

物联网可以分为三个层次，底层是用来感知数据的感知层，即利用传感器、二维码、RFID 等设备随时随地获取物体的信息。第二层是数据传输处理的网络层，即通过各种传感网络与互联网的融合，将物体当前的信息实时准确地传递出去。第三层则是与行业需求结合的应用层，即通过智能计算、云计算等对物体进行智能化控制。

### 1. 感知层

感知层用于识别物体、采集信息。感知层包括二维码标签和识读者、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS、传感器、M2M 终端、传感器网关等，主要功能是识别物体、采集信息，与人体结构中皮肤和五官的作用类似。

感知层解决的是人类世界和物理世界的获取问题。它首先通过传感器、数码相机等设备，采集外部物理世界的信息，然后通过 RFID、条码、工业现场总线、蓝牙、红外等短距离传输技术传递数据。感知层所需要的关键技术包括检测技术、短距离无线通信技术等。

对于目前关注和应用较多的 RFID 网络来说，附着在设备上的 RFID 标签和用来识别 RFID 信息的扫描仪、感应器都属于物联网的感知层。在这一类物联网中被检测的信息就是 RFID 标签的内容，现在的电子不停车收费系统(Electronic Toll Collection, ETC)、超市仓储管理系统、飞机场的行李自动分类系统等都用到了这个层次的设备。

### 2. 网络层

网络层用于传递信息和处理信息。网络层包括通信网与互联网的融合网络、网络管理中心、信息中心和智能处理中心等。网络层将感知层获取的信息进行传递和处理，类似于人体结构中的神经中枢和大脑。

网络层解决的是传输和预处理感知层所获得数据的问题。这些数据可以通过移动通信网、互联网、企业内部网、各类专网、小型局域网等进行传输。特别是在三网融合后，有线电视网也能承担物联网网络层的功能，有利于物联网的加快推进。网络层所需要的关键技术包括长距离有线和无线通信技术、网络技术等。

物联网的网络层将建立在现有的移动通信网和互联网基础上。物联网通过各种接入设备与移动通信网和互联网相连，例如，手机付费系统中由刷卡设备将内置手机的 RFID 信息采集上传到互联网，网络层完成后台鉴权认证，并从银行网络划账。

网络层中的感知数据管理与处理技术是实现以数据为中心的物联网的核心技术，包括传感网数据的存储、查询、分析、挖掘和理解，以及基于感知数据决策的理论与技术。云计算平台作为海量感知数据的存储、分析平台，将是物联网网络层的重要组成部分，也是应用层众多应用的基础。在产业链中，通信网络运营商和云计算平台提供商将在物联网网络层占据重要的地位。

### 3. 应用层

应用层实现广泛智能化。应用层是物联网与行业专业技术的深度融合，结合行业需求实现行业智能化，这类似于人的社会分工。

物联网应用层利用经过分析处理的感知数据，为用户提供丰富的特定服务。物联网的应用可分为监控型（物流监控、污染监控）、查询型（智能检索、远程抄表）、控制型（智能交通、智能家居、路灯控制）和扫描型（手机钱包、高速公路不停车收费）等。

应用层解决的是信息处理和人机交互的问题。网络层传输而来的数据在这一层进入各类信息系统进行处理，并通过各种设备与人进行交互。这一层也可按形态直观地划分为两个子层。一个是应用程序层，进行数据处理，它涵盖了国民经济和社会的每一领域，包括电力、医疗、银行、交通、环保、物流、工业、农业、城市管理、家居生活等，其功能可包括支付、监控、安保、定位、盘点、预测等，可用于政府、企业、社会组织、家庭、个人等。这正是物联网作为深度信息化的重要体现。另一个是终端设备层，提供人机接口。物联网虽然是“物物相连的网”，但最终是要以人为本的，还是需要人的操作与控制，不过这里的人机界面已远远超出现实人与计算机交互的概念，而是泛指与应用程序相连的各种设备与人的交互。

应用层是物联网发展的体现，软件开发、智能控制技术将会为用户提供丰富多彩的物联网应用。各种行业和家庭应用的开发将会推动物联网的普及，也给整个物联网产业链带来丰厚的利润。

## 8.3 物联网的相关领域与技术

正如前文所述，物联网是一种综合应用型技术，其发展离不开相关基础技术的进步。下面将介绍与物联网相关的一些技术。

### 1. 射频识别技术

射频识别技术（Radio Frequency Identification, RFID），又称电子标签，是一种通信技术，可通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无须识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。该技术是物联网的一项核心技术，很多物联网应用都离不开它。

最初在技术领域，应答器是指能够传输信息回复信息的电子模块，近些年，由于射频技术发展迅猛，应答器有了新的说法和含义，又被叫做智能标签或标签。RFID 电子阅读器（读写器）通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信，可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的阅读器包含有高频模块（发送器和接收器）、控制单元及阅读器天线。

RFID 采用的是非接触的自动识别技术，它通过射频信号自动识别目标对象并获取相关数据，识别工作无须人工干预，可工作于各种恶劣环境。RFID 技术可识别高速运动物体并可同时识别多个标签，操作快捷方便。这种系统一般由一个询问器（或阅读器）和很多应答器（或标签）组成。

RFID 的基本组成部分通常包括标签、阅读器、天线。

（1）标签（Tag）：由耦合元件及芯片组成，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象。



(2) 阅读器 (Reader): 读取 (有时还可以写入) 标签信息的设备, 可设计为手持式或固定式。

(3) 天线 (Antenna): 在标签和读取器间传递射频信号。

RFID 技术的基本工作原理并不复杂: 标签进入磁场后, 接收阅读器发出的射频信号, 凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息 (Passive Tag, 无源标签或被动标签), 或者由标签主动发送某一频率的信号 (Active Tag, 有源标签或主动标签), 阅读器读取信息并解码后, 送至中央信息系统进行有关数据处理。

一套完整的 RFID 系统, 是由阅读器与电子标签 (即应答器) 及应用软件系统三个部分所组成的, 其工作原理是 Reader 发射一特定频率的无线电波能量给 Transponder, 用以驱动 Transponder 电路将内部的数据送出, 此时 Reader 便依序接收解读数据, 送给应用程序做相应的处理。

以 RFID 卡片阅读器及电子标签之间的通信及能量感应方式来看大致上可以分成: 感应耦合 (Inductive Coupling) 和后向散射耦合 (Backscatter Coupling) 两种。一般低频的 RFID 大都采用第一种方式, 而较高频大多采用第二种方式。

阅读器根据使用的结构和技术不同可以是读或读/写装置, 也是 RFID 系统信息控制和处理中心。阅读器通常由耦合模块、收发模块、控制模块和接口单元组成。阅读器和应答器之间一般采用半双工通信方式进行信息交换, 同时阅读器通过耦合给无源应答器提供能量和时序。在实际应用中, 可进一步通过 Ethernet 或 WLAN 等实现对物体识别信息的采集、处理及远程传送等管理功能。应答器是 RFID 系统的信息载体, 目前应答器大多是由耦合原件 (线圈、微带天线等) 和微芯片组成无源单元。

## 2. 二维码技术

二维码 (2-dimensional bar code), 如图 8-1 所示。它是用某种特定的几何图形按一定规律在平面 (二维方向上) 分布的黑白相间的图形记录数据符号信息的。在代码编制上巧妙地利用构成计算机内部逻辑基础的 “0” “1” 比特流的概念, 使用若干个与二进制相对应的几何形体来表示文字数值信息, 通过图像输入设备或光电扫描设备自动识读以实现信息自动处理。



图 8-1 二维码示意图

二维码具有条码技术的一些共性: 每种码制有其特定的字符集、每个字符占有一定

的宽度、具有一定的校验功能等。同时还具有对不同行的信息自动识别功能及处理图形旋转变换等特点。在许多种类的二维条码中，常用的码制有 Data Matrix、Maxi Code、Aztec、QR Code、Vericode、PDF417、Ultracode、Code 49、Code 16K 等，QR 码是 1994 年由日本 Denso-Wave 公司发明的。QR 来自英文 Quick Response 的缩写，即快速反应的意思，源自发明者希望 QR 码可让其内容快速被解码。QR 码最常见于日本、韩国，并为目前日本最流行的二维空间条码。

二维条码/二维码能够在横向和纵向两个方位同时表达信息，因此能在很小的面积内表达大量的信息。其信息量远远超过原来的条码技术，原来的条码技术仅能存储十多个字符，而二维码存储容量可达数千字符。以 PDF417 编码格式为例：若采用扩展的字母数字压缩格式，可容纳 1850 个字符；若采用二进制/ASCII 格式，可容纳 1108 个字节；若采用数字压缩格式，可容纳 2710 个数字。

### 3. 传感网

传感网是由随机分布的，集成有传感器（传感器有很多种类型，包括温度、湿度、速度、气敏等）、数据处理单元和通信单元的微小节点，通过自组织的方式构成的无线网络。

传感网借助于节点中内置的传感器测量周边环境中的热、红外、声呐、雷达和地震波信号，从而探测包括温度、湿度、噪声、光强度、压力、土壤成分、移动物体的大小、速度和方向等物质现象。它给我们的生活带来了深刻的变化。然而在目前，网络功能再强大，网络世界再丰富，也终究是虚拟的，它与我们所生活的现实世界还是相隔的，在网络世界中，很难感知现实世界，很多事情还是不可能的，时代呼唤着新的网络技术。传感网络正是在这样的背景下应运而生的全新网络技术，它综合了传感器、低功耗、通信及微机电等技术，将现实的世界与虚拟的网络世界联系起来，达到很多意想不到的效果。目前传感网技术已广泛应用于石油、化工、电力、医药、生物、航空、航天、国防、能源、冶金、电子等众多行业。可以预见，在不久的将来，传感网络将给我们的生活方式带来革命性的变化。

### 4. M2M

简单地说，M2M 是将数据从一台终端传送到另一台终端，也就是就是机器与机器（Machine to Machine）的对话。但从广义上讲 M2M 可代表机器对机器（Machine to Machine）、人对机器（Man to Machine）、机器对人（Machine to Man）、移动网络对机器（Mobile to Machine）之间的连接与通信，它涵盖了所有实现在人、机器、系统之间建立通信连接的技术和手段。

M2M 强调的是在商业活动中通过移动通信技术和设备的应用变革既有商务模式或创造出新商务模式，是机器设备间的自动通信。现在，M2M 应用遍及电力、交通、工业控制、零售、公共事业管理、医疗、水利、石油等多个行业，对于车辆防盗、安全监

测、自动售货、机械维修、公共交通管理等，M2M 可以说是无所不能。

M2M 不是简单的数据在机器和机器之间的传输，更重要的是，它是机器和机器之间的一种智能化、交互式的通信。也就是说，即使人们没有实时发出信号，机器也会根据既定程序主动进行通信，并根据所得到的数据智能化地做出选择，对相关设备发出正确的指令。可以说，智能化、交互式成为了 M2M 有别于其他应用的典型特征，这一特征下的机器也被赋予了更多的“思想”和“智慧”。

M2M 的发展前景非常好，因为在当今世界上，机器的数量至少是人的数量的 4 倍以上，机器将替代人做更多的事情，这意味着巨大的市场潜力。

在国内，也有一些企业很早就开始应用 M2M 技术。三一重工对 M2M 的应用比较成功，三一重工在其销往全球各地的工程机械（关键部位或关键部件）上加装数据采集终端。机械的运行数据通过电信运营商网络汇总到三一集团 ECC（Enterprise Control Center，企业控制中心），实现对工程设备作业状况的实时监控。这样，ECC 可以随时发现设备运行中存在的问题（如工程机械设备上智能设备控制器检测到的油温、转速、工作压力等运行数据信息异常），并就问题立即指导客户排除故障或派出维修人员上门服务。

## 8.4 物联网的应用

物联网可以看成人类与应用系统现有互动方式的延伸，而这种延伸是通过物体通信与集成的新层面实现的。物联网将对传统的数据采集系统和局部自动辨识系统的性能有所要求，进而提升各类应用系统的价值。具体地说，就是把感应器嵌入和装备到电网、铁路、桥梁、隧道、公路、建筑、供水系统、大坝、油气管道等各种物体中，然后将物联网与现有的互联网整合起来，实现人类社会与物理系统的整合，在这个整合的网络当中，存在能力超级强大的中心计算机群，能够对整合网络内的人员、机器、设备和基础设施实施实时的管理和控制，在此基础上，人类可以以更加精细和动态的方式管理生产和生活，达到“智慧”状态，提高资源利用率和生产力水平，改善人与自然间的关系。

物联网用途广泛，遍及智能交通、环境保护、政府工作、公共安全、平安家居、智能消防、工业监测、老人护理、个人健康等多个领域。在生产生活中的应用举不胜举，下面简述几个比较典型的应用。

目前食品安全是一个被大众所关注的主题，即便是超市的食品，我们也很难弄清楚这个食品的来源，以及相关情况。当物联网体系建立好以后，超市里销售的禽、肉、蛋、奶，在包装上可以嵌入微型感应器，顾客只需用手机扫描，就能了解食品的产地和转运、加工的时间地点，甚至还能显示加工环境的照片，是否绿色安全，一目了然。

在医疗方面，也可以应用物联网。将传感器嵌入到家人的手表里，即使您在千里之

外，也可以随时掌握他们的体征。用这种方法，医生也可以随时随地了解病人的体征，为病人诊断看病。

在交通方面，物联网的运用使得无人驾驶汽车变成了可行。甚至有谷歌公司的高管说过“汽车的发明比计算机早，这看起来像是个错误——汽车，能够在自动驾驶的时候才有意义。”

另外，近期发展迅速的共享单车，用到二维码扫描、GPS 定位、蓝牙通信等技术都是物联网的很好应用。

# 第 9 章 信息化基础知识

## 9.1 信息与信息化

### 9.1.1 信息的定义与特征

信息是一种客观事物，它与材料、能源一样，都是社会的基础资源。但是，理性认识信息却只有几十年的历史。1948 年美国科学家香农在对通信理论深入研究的基础上，提出了信息的概念，创立了信息理论。此后，人们对信息的研究迅速增加，形成了一个新的学科——信息论。至今，信息论已发展成为一个内涵非常丰富的学科，并且与控制论和系统论并称现代科学的“三论”。随着计算机技术和网络技术的迅速发展和普及，“三论”在现代科学技术中的地位更加重要。

#### 1. 信息的定义

什么是信息？香农在《通信的数学理论》一文中对“信息”的理解是“不确定性的减少”，由此引申出信息的一个定义：信息是系统有序程度的度量。同年，控制论的创始人维纳在《控制论》一书中指出，“信息就是信息，不是物质也不是能量”。当然，人们还从不同的角度给信息下了定义，据统计，目前信息的定义不下几十种。但是，被人们所普遍接受的大概还是香农的定义，因为香农不但给出了信息的定义，而且还给出了信息的定量描述，并确定信息量的单位为比特（bit）。1 比特的信息量，在变异度为 2 的最简单情况下，就是能消除非此即彼的不确定性所需要的信息量。香农把热力学中的熵引入信息论。在热力学中，熵是系统无序程度的度量，而信息与熵正好相反，信息是系统有序程度的度量，因而，表现为负熵。它的计算公式如下：

$$H(x) = -\sum P(X_i) \log_2 P(X_i)$$

式中  $X_i$  代表  $n$  个状态中的第  $i$  个状态， $P(X_i)$  代表出现第  $i$  个状态的概率， $H(x)$  代表用以消除系统不确定性所需的信息量，即以比特为单位的负熵。

乌家培把信息的定义分解为三个层次：

- （1）语法或结构形式层次，反映信息的确定度；
- （2）语义或逻辑内容层次，反映信息的真实度；

(3) 语用或实用价值层次，反映信息的效用度。

对信息的量的研究，与第一个层次有关，构成经典信息论的内容；对信息的质的研究，与第二、第三两个层次有关，构成现代信息论的内容。

## 2. 信息的特征

通过深入研究，人们发现信息有十大特征。

(1) **客观性**。信息是客观事物在人脑中的反映。而反映的对象则有主观和客观的区别，因而，信息可分为主观信息和客观信息。主观信息，如决策、指令、计划等；客观信息，如国际形势、经济发展等信息。

(2) **普遍性**。物质的普遍性决定了信息的普遍存在，因而信息无所不在。

(3) **无限性**。客观世界是无限的，反映客观世界的信息自然也是无限的。

(4) **动态性**。信息是随着时间的变化而变化的，因而是动态的。

(5) **依附性**。信息是客观世界的反映，因而要依附于一定的载体而存在，需要有物质的承担者。信息不能完全脱离物质而独立存在。

(6) **变换性**。信息通过处理可以实现变换或转换，使其形式和内容发生变化，以适应特定的需要。

(7) **传递性**。信息在时间上的传递就是存储，在空间上的传递就是转移或扩散。

(8) **层次性**。客观世界是分层次的，反映它的信息也是分层次的。

(9) **系统性**。信息可以表示为一种集合，不同类别的信息可以形成不同的整体。因而，可以形成与现实世界相对应的信息系统。

(10) **转化性**。信息的产生不能没有物质，信息的传递不能没有能量，但有效地使用信息可以把信息转化为物质或能量。

## 9.1.2 信息化

### 1. 信息化的定义

信息化（Informationalization）一词是由日本学者在 20 世纪 70 年代提出的。经过长期的讨论和研究，在 1997 年我国召开的首届全国信息化工作会议上，把信息化和国家信息化分别定义为：“信息化是指培育、发展以智能化工具为代表的新的生产力并使之造福于社会的历史过程。国家信息化就是在国家统一规划和组织下，在农业、工业、科学技术、国防及社会生活各个方面应用现代信息技术，深入开发广泛利用信息资源，加速实现国家现代化进程”。信息化是与当代信息革命、信息社会相关联的，信息化不同于工业化，工业化是信息化的基础，信息化可以促进工业化的进程；信息化不等于现代化，在现代的时代背景下，信息化是现代化的目标之一；信息化不等于自动化，传统的自动化设备是以物质能源来驱动的，而对于信息化设备而言，信息不仅是处理对象，而且是信息系统的资源。

信息化代表了一种信息技术被高度应用，信息资源被高度共享，从而使得人的智能潜力及社会物质资源潜力被充分发挥，个人行为、组织决策和社会运行趋于合理化的理想状态。同时信息化也是随着 IT 产业的发展及其在社会各领域的扩散，不断运用 IT 改造传统的经济、社会结构，从而通往如前所述的理想状态的一段持续的过程。

## 2. 信息化的意义

关于信息化的意义，2017 年 10 月习近平同志在十九大报告《决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利》中指出，“发展是解决我国一切问题的基础和关键，发展必须是科学发展，必须坚定不移贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念。必须坚持和完善我国社会主义基本经济制度和分配制度，毫不动摇巩固和发展公有制经济，毫不动摇鼓励、支持、引导非公有制经济发展，使市场在资源配置中起决定性作用，更好发挥政府作用，推动新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展，主动参与和推动经济全球化进程，发展更高层次的开放型经济，不断壮大我国经济实力 and 综合国力。”

从中央文件中，我们可以看到，推进我国信息化的意义十分重大，它能够极大地促进我国工业化水平的提高，增强我国的综合国力，提高和改善人民的生活水平。

### 9.1.3 国家信息化体系

国家信息化体系包括信息技术应用、信息资源、信息网络、信息技术和产业、信息化人才、信息化政策法规和标准规范这 6 个要素，这 6 个要素按照图 9-1 所示的关系构成了一个有机的整体。

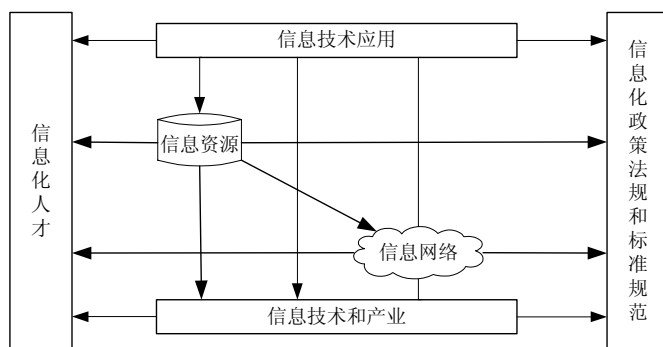


图 9-1 国家信息化体系 6 要素关系图

#### 1. 信息技术应用

信息技术应用是指把信息技术广泛应用于经济和社会各个领域。信息技术应用是信息化体系 6 要素中的龙头，是国家信息化建设的主阵地，集中体现了国家信息化建设的

需求和效益。信息技术应用工作量大、涉及面广，直接关系到国民经济整体素质、效益和人民生活质量的提高。信息技术应用向其他5个要素提出需求，而其他5个要素又反过来支持信息技术应用。推进国民经济信息化的进程，就是在国民经济各行各业广泛应用现代信息技术，深入开发和有效利用信息资源，提高管理水平，提供劳动效率，提供经济效益，提升产业结构和素质，推进国民经济更加迅速、健康的发展，从而加速实现国家现代化的进程。

## 2. 信息资源

国民经济和社会发展的三大战略资源包括信息资源、材料资源和能源。信息资源的开发利用是国家信息化的核心任务，是国家信息化建设取得实效的关键，也是我国信息化的薄弱环节。信息资源开发和利用的程度是衡量国家信息化水平的一个重要标志。信息资源在满足信息技术应用提出的需求的同时，对其他四个要素提出需求。

在人类赖以生存和发展的自然界，可以开发利用的材料资源和能源资源是有限的，绝大多数又是不可再生、不可共享的。而且，对材料资源和能源资源的开发利用必然产生对环境的污染和对自然界的破坏。与此相反，信息资源是无限的、可再生的、可共享的，其开发利用不但很少产生新的污染，而且会大大减少材料和能源的消耗，从而相应地减少污染。

## 3. 信息网络

信息网络是信息资源开发利用和信息技术应用的基础，是信息传输、交换和共享的必要手段。只有建设先进的信息网络，才能充分发挥信息化的整体效益。信息网络是现代化国家的重要基础设施。信息网络在满足信息技术应用和信息资源分布处理所需的传输与通信功能的同时，对其他三个要素提出需求。

目前，人们通常将信息网络分为电信网、广播电视网和计算机网。这三种网络有各自的形成过程、服务对象、发展模式，其功能有所交叉，又互为补充。三种网络的发展方向是：互相融通，取长补短，逐步实现三网融合。我们必须积极支持电信网、广播电视网、计算机网的发展，处理好三种网络之间的关系，促进三种网络逐步融通和融合，保证我国信息化建设的健康发展。

## 4. 信息技术和产业

信息技术和产业是我国进行信息化建设的基础。我国是一个大国，又是发展中国家，不可能也不应该过多依靠从国外购买信息技术和装备来实现信息化。我国的国家信息化必须立足于自主发展。为了国家的主权和安全，关键的信息技术和装备必须由我们自己研究、制造、供应。所以，我们必须大力发展自主的信息产业，才能满足信息技术应用、信息资源开发利用和信息网络建设的需求。随着我国国民经济快速持续的发展和信息化进程的不断加快，各行各业对信息基础设施、信息产品与软件产品、信息技术和信息服务的需求急剧增长，这也为信息产业的发展提供了巨大的市场空间，从而带动我国信息



产业的高速发展。

## 5. 信息化人才

2016年4月习近平在网络安全和信息化工作座谈会上的讲话指出,“要聚天下英才而用之,为网信事业发展提供有力人才支撑。人才是第一资源。古往今来,人才都是富国之本、兴邦大计。我说过,要把我们的事业发展好,就要聚天下英才而用之。要干一番大事业,就要有这种眼界、这种魄力、这种气度。”

信息化人才是国家信息化成功之本,对其他各要素的发展速度和质量有着决定性的影响,是信息化建设的关键。只有尽快建立结构合理、高素质的研究、开发、生产、应用和管理队伍,才能适应国家信息化建设的需要。信息化体系的各要素都需要多门类、多层次、高水平人才的支持。要充分利用各种手段加快各类信息化人才的培养,提高专业人才的素质和水平。要长期坚持不懈地在广大人民群众中普及信息化知识和提高信息化意识,加强政府机构和企事业单位的信息化职业培训工作。还要重视建立精干的信息化管理队伍的工作。

## 6. 信息化政策法规和标准规范

信息化政策法规和标准规范用于规范和协调信息化体系各要素之间的关系,是国家信息化快速、持续、有序、健康发展的根本保障。必须抓紧对现有的法律法规进行修订,适应国家信息化发展的需要;抓紧制订和出台各种法规及配套的管理条例,以形成较为完善的法规体系,通过法律手段,形成一个公平、合理、有序的竞争环境。还要加快建立健全相关的执法体系及监督体系。标准规范是技术性的法规。在2017年12月28日举行的工业和信息化标准工作推进会上,工信部副部长罗文表示,标准是实施“中国制造2025”等产业发展重大战略的主要手段之一。从2015年以来,工信部已累计批准发布行业标准7264项,推动我国企事业单位牵头开展343项国际标准制定,2017年又遴选出首批106项团体标准应用示范项目,工业通信业标准的技术水平、创新能力和国际化程度不断提升,该标准在促进新动能培育和传统动能修复等方面的指导、规范、引领和保障作用日益凸显。

### 9.1.4 两化融合

两化深度融合已经成为我国工业经济转型和发展的重要举措之一。两化融合是指信息化与工业化发展战略的融合。

习近平总书记强调,世界经济加速向以网络信息技术产业为重要内容的经济活动转变,要做好信息化与工业化深度融合这篇大文章。我们紧紧围绕推动新一代信息技术与制造技术深度融合发展这一主线,制订并组织实施一系列规划及专项行动计划,推动制造业数字化、网络化、智能化水平不断提升。

我们将两化融合管理体系建设作为推进两化深度融合的重要举措和有力抓手,通过

企业示范、行业评估、试验区建设等多方面探索，推动社会各界实现了对两化融合从不理解到理解、再到积极推进的重要转变。2013 年《工业企业信息化和工业化融合评估规范》正式发布，成为首个两化融合国家标准，并于 2017 年年初进入 ISO 国际标准立项程序。2014 年出台《信息化和工业化融合管理体系评定管理办法》，明确评定工作要求、管理和监督方式，全面启动贯标试点。借鉴 ISO9000 等管理体系标准，完成两化融合管理体系 4 项基础标准的国家标准立项。以此为推动，6160 家企业开展两化融合贯标、1149 家企业通过贯标评定，7.7 万余家企业开展自评估、自诊断、自对标，通过实施两化融合管理标准体系提升了市场竞争力。

开展两化融合的 7 大战略要点如下。

- (1) 以信息化带动工业化。
- (2) 信息化与企业业务全过程的融合、渗透。
- (3) 信息产业的发展与企业信息化良性互动。
- (4) 充分发挥政府的引导作用。
- (5) 高度重视信息安全。
- (6) 将企业信息化与企业的改组改造和形成现代企业制度有机结合。
- (7) “因地制宜”推进企业信息化。

## 9.2 政府信息化与电子政务

### 9.2.1 政府信息化的概念、作用及意义

#### 1. 政府信息化的含义

政府信息化，就是传统政府向信息化政府演变的过程。具体来说，政府信息化就是应用现代信息技术、网络技术和通信技术，通过信息资源的开发和利用来集成管理和服务，从而提高政府的工作效率、决策质量、调控能力，并节约开支，改进政府的组织结构、业务流程和工作方式，全方位地向社会提供优质、规范、透明的管理和服务。

这个定义包含三个方面的内容：第一，政府信息化必须借助于信息技术和网络技术，离不开信息基础设施和软件产品；第二，政府信息化是一个系统工程，它不仅是与行政有关部门的信息化，还包括立法、司法部门及其他一些公共组织的信息化；第三，政府信息化并不是简单地将传统的政府管理事务原封不动地搬到因特网上，而是要对已有的组织结构和业务流程进行重组或再造。

这里需要说明的是，政府信息化的主要内容是电子政务。在大多数情况下，电子政务可以作为政府信息化的同义语来使用。

#### 2. 政府信息化的作用和意义

政府信息化的作用和意义如下。

**(1) 能够提高政府的行政效率和效用。**政府机构是否能正确地履行职能依赖于充分和准确的信息;政府是社会发展的导航者,需要准确把握社会对政府的需求及其变化,从而才能准确地做出战略和策略选择;政府是社会问题的治理者,这要依赖于对各方面信息的深入分析、正确判断和准确把握;政府是市场失灵的矫正者,矫正市场失灵的前提是最大程度地掌握信息。由以上分析可见,充分的信息和信息网络是现代政府的神经系统。而政府信息化无疑对政府搜集处理信息提供了极大的便利。具体来说,政府信息化对政府管理乃至社会信息化具有非常积极的作用和重要意义。

**(2) 对于社会信息化起到示范作用。**政府信息化是社会信息化的重要组成部分,同时,由于政府是公共品的提供者,因而政府信息化对社会信息化具有很好的示范作用。

**(3) 能够提高政府的服务质量。**政府无疑是社会上最大的信息资源拥有者和使用者之一,政府管理和行政的过程就是信息收集、处理和存储的过程。政府信息化可使政府运用所获取和掌握的信息,对社会问题和群众的需求做出准确的分析和判断,从而提高公共品的质量。同时,促进信息的流通和共享。

**(4) 可以使人力资源得到优化配置。**人才不仅是企业的重要资源,更是政府的主要资源。政府的行政和管理主要靠人才,靠人才的知识和智力。政府信息化使得政府工作人员面临着更多的挑战和压力,从而促使他们不断地去学习,不断地更新自己的知识和技能。同时,网络的发展也为政府工作人员提供了学习提高的极好的环境和平台,为他们的素质提高创造了良好的条件。

**(5) 有利于反腐倡廉。**网络使信息的传递做到快速和及时,使信息的发布和反馈能够及时或实时,为政府的动态管理提供了可能。政府上网后,政府通过网络宣传各种政策,扩大了服务职能,提高了办事效率,增加了政府工作的透明度,这有利于遏制进而消除官僚主义。政府信息化的发展使政府的管理呈现了动态性和透明性,有利于有关部门和人民群众的监督,有利于消除官僚主义、文牍主义,有利于反腐倡廉。

**(6) 做到信息共享。**各级政府掌握着大部分的社会、经济文化信息及全部的政策和法律信息。政府信息化使信息资源不再只是储存于仓库的档案或柜中的资料,而是成为创造价值的富有生命力的社会资源。也只有在政府信息化的前提下,信息共享才不再是一句空话。

**(7) 有利于节约开支。**政府信息化必将对政府组织结构和运作方式产生冲击。政府信息化使传统的部门组织朝着网络组织的方向发展,打破了职位、层级、部门的限制,促进政府组织和职能的整合,使政府的业务流程更加简明、畅通,从而可以使政府节约人力、物力和财力资源,减少成本开支,提高办事效率。

## 9.2.2 电子政务的概念、内容和技术形式

### 1. 电子政务的概念

20 世纪 90 年代,信息技术迅猛发展,特别是伴随着因特网技术的普及应用,电子

政务的概念便应运而生了。电子政务一出现,就成为信息化的最重要的领域之一。根据联合国教科文组织在2000年对62个国家(39个发展中国家,23个发达国家)所进行的调查,89%的国家都在不同程度上着手推动电子政务的发展,并将其列为国家级的重大事项。事实上,电子政务已经迅速地列入了所有工业化国家的政治日程。

电子政务实质上是对现有的、工业时代形成的政府形态的一种改造,即利用信息技术和其他相关技术,来构造更适合信息时代政府的组织结构和运行方式。现有的政府组织形态是工业革命的产物,与工业化的行政管理的需求和技术经济环境相适应,已经存在了200年以上。随着网络时代和网络经济的来临,管理正由传统的金字塔模式走向网络模式。政府的组织形态也必然由金字塔式的垂直结构向网状结构转变,从而减少管理的层次,以各种形式通过网络与企业 and 居民建立直接的联系。因此,电子政务的发展过程实质上是对原有的政府形态进行信息化改造的过程,通过不断摸索和实践,最终构造出一个与信息时代相适应的政府形态。

在信息时代,就像管理信息系统是管理企业必备的手段一样,电子政务已经成为国民经济信息化不可或缺的一环。信息化使许多政府原来不可能做到的事情不仅可以做到,而且可以做得更快、更好,帮助政府实现对国家的有效管理。今天,无论经济与社会的发展或者国家安全的保障,都不能没有电子政务的支持。

电子政务的发展对我国的经济和社会发展,特别是信息产业的发展将有着十分重要的影响。电子政务的发展还将对我国各行各业信息化的发展,包括电子商务和电子社区起着示范作用。

## 2. 电子政务的内容

在社会中,与电子政务相关的行为主体主要有三个,即:政府、企(事)业单位及居民。因此,政府的业务活动也主要围绕着这三个行为主体展开,即包括政府与政府之间的互动;政府与企、事业单位,尤其是与企业的互动;政府与居民的互动。在信息化的社会,这三个行为主体在数字世界的映射,构成了电子政务、电子商务和电子社区三个信息化的主要领域。电子商务在经历了一个发展热潮之后,目前正在向一个新的、更扎实的阶段发展;电子政务则是当前全球关注的热点,正在形成一个发展的热潮。

政府与政府,政府与企(事)业,以及政府与居民之间的互动构成了下面5个不同的却又相互关联的领域。

**(1) 政府与政府(G2G)。**政府与政府之间的互动包括首脑机关与中央和地方政府组成部门之间的互动;中央政府与各级地方政府之间的互动;政府的各个部门之间的互动;政府与公务员和其他政府工作人员之间的互动。这个领域涉及的主要是政府内部的政务活动,包括国家和地方基础信息的采集、处理和利用,如人口信息、地理信息、资源信息等;政府之间各种业务流所需要采集和处理的信息,如计划管理、经济管理、社会经济统计、公安、国防、国家安全等;政府之间的通信系统,包括各种紧急情况的通报、处理和通信系统;政府内部的各种管理信息系统,如财务管理、人事管理、公文

管理、资产管理、档案管理等；各级政府的决策支持系统和执行信息系统，等等。

**(2) 政府对企业 (G2B)。**政府面向企业的活动主要包括政府向企（事）业单位发布的各种方针、政策、法规、行政规定，即企（事）业单位从事合法业务活动的环境，包括产业政策、进出口、注册、纳税、工资、劳保、社保等各种规定；政府向企（事）业单位颁发的各种营业执照、许可证、合格证、质量认证等。“政府对企业”的活动实质上是政府向企业提供的各种公共服务，如构造一个好的投资和市场环境，维护公平的市场竞争秩序，协助企业，特别是中小企业的发展，帮助企业进入国际市场和加入国际竞争，以及提供各种各样政府信息的服务等。

**(3) 政府对居民 (G2C)。**政府对居民的活动实际上是政府面向居民所提供的服务。政府对居民的服务首先是信息服务，让居民知道政府的规定是什么，办事程序是什么，主管部门在哪里，以及各种关于社区保安和水、火、天灾等与公共安全有关的信息，户口、各种证件和牌照的管理等政府面向居民提供的各种服务。政府对居民的服务还包括各公共部门如学校、医院、图书馆、公园等面向居民的服务。

**(4) 企业对政府 (B2G)。**企业面向政府的活动包括企业应向政府缴纳的各种税款，按政府要求应该填报的各种统计信息和报表，参加政府各项工程的竞、投标，向政府供应各种商品和服务，以及就政府如何创造良好的投资和经营环境，如何帮助企业发展等问题提出企业的意见和希望，反映企业在经营活动中遇到的困难，提出可供政府采纳的建议，向政府申请可能提供的援助等。

**(5) 居民对政府 (C2G)。**居民对政府的活动除了包括个人应向政府缴纳的各种税款和费用，按政府要求应该填报的各种信息和表格，以及缴纳各种罚款外，更重要的是开辟居民参政、议政的渠道，使政府的各项工作不断得以改进和完善。政府需要利用这个渠道来了解民意，征求群众意见，以便更好地为人民服务。此外，报警服务（盗贼、医疗、急救、火警等）即在紧急情况下居民需要向政府报告并要求政府提供的服务，也属于这个范围。

当前，世界各国电子政务的发展就是围绕着上述五个方面展开的，其目标除了不断地改善政府、企业与居民三个行为主体之间的互动，使其更有效、更友好、更精简、更透明和更有效率之外，更强调在电子政务的发展过程中对原有的政府结构及政府业务活动组织的方式和方法等进行重要的、根本的改造，从而最终构造出一个信息时代的政府形态。

### 3. 电子政务的技术形式

将现代信息技术应用于政府的各项业务，实现政府业务流的计算机化，在发达国家已经有了近 60 年的历史。近 60 年来，计算机在政府中的应用从技术上来说，经历了主机、微机加局域网、因特网三个阶段；从处理内容上来说，由数据管理、信息管理，逐步走向知识管理；从覆盖的范围来说，其职能由政府内部的管理走向政府的外部服务，取得了相当可观的成就。

与 20 世纪 90 年代初相比，电子政务近几年来在概念上有了很大的发展。当前，电子政务在世界范围内的发展有两个主要的特征。第一个特征是以因特网为基础设施，构造和发展电子政务。这主要是因为近年来因特网的迅速普及和发展，使人们看到了因特网的巨大潜力及其在帮助政府实现与企业 and 居民的互动方面所具有的不可替代的优越性。第二个特征是，就电子政务的内涵而言，更强调政府服务功能的发挥和完善，包括政府对企业、对居民的服务及政府各部门之间的相互服务。之所以会出现这样两个主要的特征是由于发达国家经过持续近 60 年的信息化的努力，政府内部的管理信息系统和各种决策支持系统已经基本完成，有可能利用因特网将政府的信息系统在技术上和功能上向政府外部延伸；另一方面，也是因为因特网为重新构造政府和政府、企业、居民三者之间的互动关系提供了一个全新的机会。

## 9.3 信息化的发展与应用

### 9.3.1 人工智能

人工智能（Artificial Intelligence, AI）是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学，近年来在技术上取得了长足的进步，其主要研究方向包含了自识别和自学习能力。人机对弈中最著名的机器人是 AlphaGo，它有自学习能力。自动驾驶也是需要自识别和自学习。人脸识别，是基于人的脸部特征信息进行身份识别的一种生物识别技术。用摄像机或摄像头采集含有人脸的图像或视频流，并自动在图像中检测和跟踪人脸，进而对检测到的人脸进行脸部的一系列相关技术，通常也叫人像识别、面部识别。3D 打印（3DP）即快速成型技术的一种，它是一种以数字模型文件为基础，运用粉末状金属或塑料等可粘合材料，通过逐层打印的方式来构造物体的技术，它并不需要人工智能的自学习能力。

人工智能实际运用领域很广，它在机器视觉、指纹识别、人脸识别、视网膜识别、虹膜识别、掌纹识别、专家系统、自动规划、智能搜索、定理证明、博弈、自动程序设计、智能控制、机器人学、语言和图像理解、遗传编程等领域都有广泛应用。

企业中的管理专家系统（MES）就是人工智能与信息系统应用相结合的产物，其任务是研究怎样使计算机模拟人脑所从事的推理、学习、思考与规划等思维活动，解决需要人类专家才能处理的复杂问题，例如医疗诊断、气象预报、运输调度和管理决策等问题。管理专家系统是用专家系统技术解决管理决策中的非结构化问题。管理专家系统把某个或几个管理决策专家解决某类管理决策问题的经验知识整理成计算机可表示的知识，组织到知识库中，用人工智能程序模拟专家解决这类问题的推理过程，组成推理机，从而能在与管理专家的会话中像管理专家一样工作，提出高水平的可供选择的决策方案。因此，管理专家系统属于面向决策计划的系统。

### 9.3.2 互联网+

“互联网+”就是“互联网+各个传统行业”，但这并不是简单的两者相加，而是利用信息通信技术及互联网平台，让互联网与传统行业进行深度融合，创造新的发展生态。它代表一种新的社会形态，即充分发挥互联网在社会资源配置中的优化和集成作用，将互联网的创新成果深度融合于经济、社会各领域之中，提升全社会的创新力和生产力，形成更广泛的以互联网为基础设施和实现工具的经济发展新形态。

国务院关于积极推进“互联网+”行动的指导意见（国发〔2015〕40号）指出，推动互联网与制造业融合，提升制造业数字化、网络化、智能化水平，加强产业链协作，发展基于互联网的协同制造新模式。在重点领域推进智能制造、大规模个性化定制、网络化协同制造和服务型制造，打造一批网络化协同制造公共服务平台，加快形成制造业网络化产业生态体系。

“互联网+”是两化融合的升级版，将互联网作为当前信息化发展的核心特征提取出来，并与工业、商业、金融业等服务业进行全面融合。这其中关键就是创新，只有创新才能让这个“+”真正有价值、有意义。正因如此，“互联网+”被认为是创新 2.0 下的互联网发展新形态、新业态，是知识社会创新 2.0 推动下的经济社会发展新形态的演进。

互联网+有 6 大特征。

- (1) 跨界融合。
- (2) 创新驱动。
- (3) 重塑结构。
- (4) 尊重人性。
- (5) 开放生态。
- (6) 连接一切。

### 9.3.3 智能制造

智能制造（Intelligent Manufacturing, IM）源于对人工智能的研究。一般认为智能是知识和智力的总和，前者是智能的基础，后者是指获取和运用知识求解的能力。智能制造应当包含智能制造技术和智能制造系统，智能制造系统不仅能够在实践中不断地充实知识库，具有自学习功能，还能够搜集与理解环境信息和自身的信息，进行分析判断和规划自身行为。

十八大以来，智能制造在我国的发展取得了积极成效。工信部认真研判产业变革新趋势，将智能制造作为两化融合的主攻方向，联合相关部门发布《智能制造工程实施指南》《国家智能制造标准体系建设指南（2015 年版）》和《智能制造发展规划（2016 年-2020 年）》，形成了以智能制造工程、试点示范和标准体系建设为抓手，各部门、各地方协同配合，产学研用联合实施，各方面共同推进的工作格局。自 2015 年以来，

遴选了智能制造 207 个试点示范项目，初步建成一批数字化车间和智能工厂，探索形成了一批比较成熟、可复制、可推广的智能制造新模式；研究制定了数字化工厂参考模型等一批关键标准，初步建立了智能制造标准体系架构，积极推进标准体系架构、标准路线图和标准制定等国际合作和互认；发布工业互联网体系架构，推动建设了一批面向航天、家电、机械重工等细分领域的工业互联网平台。经过持续努力，我国制造企业生产设备智能化改造步伐加快，综合集成水平持续提高，智能机器人、增材制造、可穿戴智能产品、移动智能终端等产业快速发展，大规模个性化定制在服装、家具等行业加快推广，协同研发制造在汽车、航空、航天等高端制造领域日益兴起。2016 年工业企业关键工序数控化率达到 45.4%，比 2013 年提高 6.3 个百分点（可比口径），数字化生产设备联网率达到 38.2%。智能化改造后的制造企业在供应链协同、精益管理、精准制造、市场快速响应等方面的竞争优势不断扩大。

智能制造的核心是信息物理系统（Cyber-Physical Systems, CPS）。CPS 是集计算、通信与控制于一体的下一代智能系统，是一个综合计算、网络和物理环境的多维复杂系统，它通过 3C（Computer、Communication、Control）技术的有机融合与深度协作，实现大型工程系统的实时感知、动态控制和信息服务。CPS 实现了计算、通信与物理系统的一体化设计，可使系统更加可靠、高效、实时协同，具有重要而广泛的应用前景。信息物理系统包含了将来无处不在的环境感知、嵌入式计算、网络通信和网络控制等系统工程，使物理系统具有计算、通信、精确控制、远程协作和自治功能。它注重计算资源与物理资源的紧密结合与协调，主要用在一些智能系统上，如设备互联、物联传感、智能家居、机器人、智能导航等。

### 9.3.4 中国制造 2025

2015 年国务院发布的《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》提出：到 2025 年，网络化、智能化、服务化、协同化的“互联网+”产业生态体系基本完善，“互联网+”成为经济社会创新发展的重要驱动力量，这就是“中国制造 2025”的起源。

“中国制造 2025”是在新的国际国内环境下，中国政府立足于国际产业变革大势，做出的全面提升中国制造业发展质量和水平的重大战略部署。其根本目标在于改变中国制造业“大而不强”的局面，通过 10 年的努力，使中国迈入制造强国行列，为到 2045 年将中国建成具有全球引领和影响力的制造强国奠定了坚实的基础。

“中国制造 2025”的重点在于装备升级。近年来启动高端装备创新工程，加快实施高档数控机床、“两机”、大飞机等国家重大科技专项，积极推动重大装备产业化，大国重器技术水平取得重大突破，捷报频传。

### 9.3.5 智慧城市

智慧是生物所具有的基于神经器官（物质基础）一种高级的综合能力，包含：感知、



知识、记忆、理解、联想、情感、逻辑、辨别、计算、分析、判断、文化、中庸、包容、决定等多种能力。智慧让人可以深刻地理解人、事、物、社会、宇宙、现状、过去、将来，拥有思考、分析、探求真理的能力。

随着科技的发展，各类信息系统也逐步具备了智慧化的能力，即不通过或极少通过人的干预而自动发挥管理和控制的功能，提供服务。我们把具有智慧化能力的设备或系统，称为智能化设备或智慧化系统。智慧交通和智慧城市就是这些智慧化系统的典型代表。

在十二届全国人大三次会议上，李克强总理在政府工作报告中首次提出“互联网+”行动计划，并强调要发展“智慧城市”，保护和传承历史、地域文化。加强城市供水供气供电、公交和防洪防涝设施等建设。坚决治理污染、拥堵等城市病，让出行更方便、环境更宜居。

智慧城市是利用新一代信息技术来感知、监测、分析、整合城市资源，对各种需求做出迅速、灵活、准确的反应，为公众创造绿色、和谐环境，提供泛在、便捷、高效服务的城市形态。

智慧城市建设主要包括以下几个部分：首先，通过传感器或信息采集设备全方位地获取城市系统数据；其次，通过网络将数据关联、融合、处理、分析为信息；然后，通过充分共享、智能挖掘将信息变成知识；最后，结合信息技术，把知识应用到各行各业，形成智慧。

智慧城市建设成败的关键不再是城市建设大量 IT 系统，而是如何有效推进城市范围内数据资源的融合，通过数据和 IT 系统的融合实现跨部门的协同共享、行业的行动协调、城市的精细化运行管理等。

城市人民政府要从城市发展战略出发，研究制定智慧城市建设方案。社会治安防控体系是智慧城市顶层设计主要考虑的内容。

在智慧城市建设模型中，共含有五大功能层：物联感知层、通信网络层、计算与存储层、数据与服务支撑层和智慧应用层。其中物联感知层是通过传感器或信息采集设备全方位地获取城市系统数据，是智慧城市的基础。智慧城市的三个支撑体系除了建设和运营管理体系、安全保障体系，还包括标准规范体系。

### 9.3.6 商业智能（BI）

商业智能（Business Intelligence）是企业对商业数据的搜集、管理和分析的系统过程，目的是使企业的各级决策者获得知识或洞察力，帮助他们做出对企业更有利的决策。

早在 20 世纪 90 年代末，商业智能技术就被一家计算机权威杂志评选为未来几年最具影响力的信息技术之一。但商业智能技术并不是基础技术或者产品技术，它是数据仓库、联机分析处理 OLAP（Online Analytical Processing）和数据挖掘等相关技术走向商业应用后形成的一种应用技术。

商业智能系统主要实现将原始业务数据转换为企业决策信息的过程。与一般的信息系统不同，它在处理海量数据、数据分析和信息展现等多个方面都具有突出性能。

商业智能系统主要包括数据预处理、建立数据仓库、数据分析及数据展现四个主要阶段。数据预处理是整合企业原始数据的第一步，它包括数据的抽取、转换和装载三个过程。建立数据仓库则是处理海量数据的基础。数据分析是体现系统智能的关键，一般采用联机分析处理和数据挖掘两大技术。联机分析处理不仅进行数据汇总/聚集，同时提供切片、切块、下钻、上卷和旋转等数据分析功能，用户可以方便地对海量数据进行多维分析。数据挖掘的目标则是挖掘数据背后隐藏的知识，通过关联分析、聚类和分类等方法建立分析模型，预测企业未来发展趋势和将要面临的问题。在海量数据和分析手段增多的情况下，数据展现则主要保障系统分析结果的可视化。一般认为数据仓库、OLAP 和数据挖掘技术是商业智能的三大组成部分。

### 1. 数据仓库：商业智能的基础

对于一个企业来说，最关键也最为重要的是如何以一种有效的方式逐步整理各个业务处理系统中积累下来的历史数据，并通过灵活有效的方式为各级业务人员提供统一的信息视图，从而在整个企业内实现真正的信息共享。数据仓库技术正好能够满足这一需求。数据仓库是商业智能系统的基础，如果没有数据仓库，没有企业数据的融合，数据分析就成了无源之水。

数据仓库主要有四个重要特征。

**（1）数据仓库是面向主题的。**传统的操作型系统是围绕公司的应用进行组织的。如对一个电信公司来说，应用问题可能是营业受理、专业计费和客户服务等，而主题范围可能是客户、套餐、缴费和欠费等。

**（2）数据仓库是集成的。**数据仓库实现数据由面向应用的操作型环境向面向分析的数据仓库的集成。由于各个应用系统在编码、命名习惯、实际属性、属性度量等方面不一致，当数据进入数据仓库时，要采用某种方法来消除这些不一致性。

**（3）数据仓库是非易失的。**数据仓库的数据通常是一起载入与访问的，在数据仓库环境中并不进行一般意义上的数据更新。

**（4）数据仓库随时间的变化性。**数据仓库中的数据随时间变化的特性表现在三个方面：

- 数据仓库中的数据时间期限要远远长于操作型系统中的数据时间期限。操作型系统的时间期限一般是 60~90 天，而数据仓库中数据的时间期限通常是 5~10 年。
- 操作型数据库含有“当前值”的数据，这些数据的准确性在访问时是有效的，同样当前值的数据能被更新；而数据仓库中的数据仅仅是一系列某一时刻生成的复杂的快照。
- 操作型数据的键码结构可能包含也可能不包含时间元素，如年、月、日等；而数据仓库的键码结构总是包含时间元素。

## 2. OLAP：海量数据分析利器

对于 TB 级的海量数据，联机分析处理 OLAP 无疑是一种有力的数据分析工具。它可以让管理者灵活地对海量数据进行浏览分析。利用多维的概念，OLAP 提供了切片、切块、下钻、上卷和旋转等多维度分析与跨维度分析的功能。相对于普通的静态报表，OLAP 更能满足决策者和分析人员对数据仓库数据的分析。

区别于传统的联机事务处理（OLTP）系统，OLAP 有 12 条准则。

- (1) OLAP 模型必须提供多维概念视图。
- (2) 透明性准则。
- (3) 存取能力推测。
- (4) 稳定的报表能力。
- (5) 客户/服务器体系结构。
- (6) 维的等同性准则。
- (7) 动态的稀疏矩阵处理准则。
- (8) 多用户支持能力准则。
- (9) 非受限的跨维操作。
- (10) 直观的数据操纵。
- (11) 灵活的报表生成。
- (12) 不受限的维与聚集层次。

虽然随着技术的发展，部分准则有所突破，但这些准则仍然是 OLAP 技术的基础。

OLAP 系统架构主要分为基于关系数据库的 ROLAP (Relational OLAP)、基于多维数据库的 MOLAP (Multidimensional OLAP)、基于混合数据组织的 HOLAP (Hybrid OLAP) 三种，前两种方式比较常见。ROLAP 表示基于关系数据库的 OLAP 实现。它以关系数据库为核心，以关系型结构进行多维数据的表示和存储。ROLAP 将多维数据库的多维结构划分为两类表：一类是事实表，用来存储数据和维关键字；另一类是维表，即对每个维至少使用一个表来存放维的层次、成员类别等维的描述信息。MOLAP 表示基于多维数据组织的 OLAP 实现。它以多维数据组织方式为核心，使用多维数组存储数据。MOLAP 查询方式采用索引搜索与直接寻址相结合的方式，比 ROLAP 的表索引搜索和表连接方式速度要快得多。

## 3. 数据挖掘：洞察力之源

与展示企业历史和现有信息的静态、动态报表及查询等分析方法不同，数据挖掘是从数据库中智能地寻找模型，从海量数据中归纳出有用的信息。可以说通过商业智能系统，企业获得洞察力的主要手段就是数据挖掘。

数据挖掘 (Data Mining) 是从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的数据中，提取隐含在其中的人们事先不知道的、但又是潜在有用的信息和知识的过程。

数据挖掘技术可分为描述型数据挖掘和预测型数据挖掘两种。描述型数据挖掘包括

数据总结、聚类及关联分析等。预测型数据挖掘包括分类、回归及时间序列分析等。

**(1) 数据总结：继承于数据分析中的统计分析。**数据总结目的是对数据进行浓缩，给出它的紧凑描述。传统统计方法如求和值、平均值、方差值等都是有效方法。另外，还可以用直方图、饼状图等图形方式表示这些值。从广义上讲，多维分析也可以归入这一类。

**(2) 聚类：是把整个数据库分成不同的群组。**它的目的是使群与群之间差别很明显，而同一个群之间的数据尽量相似。这种方法通常用于客户细分。由于在开始细分之前不知道要把用户分成几类，因此通过聚类分析可以找出客户特性相似的群体，如客户消费特性相似或年龄特性相似等。在此基础上可以制订一些针对不同客户群体的营销方案。

**(3) 关联分析：是寻找数据库中值的相关性。**两种常用的技术是关联规则和序列模式。关联规则是寻找在同一个事件中出现的不同项的相关性；序列模式与此类似，寻找的是事件之间时间上的相关性，如对股票涨跌的分析等。

**(4) 分类：目的是构造一个分类函数或分类模型（也称为分类器），该模型能把数据库中的数据项映射到给定类别中的某一个。**要构造分类器，需要有一个训练样本数据集作为输入。训练集由一组数据库记录或元组构成，每个元组是一个由有关字段（又称属性或特征）值组成的特征向量，此外，训练样本还有一个类别标记。一个具体样本的形式可表示为： $(v_1, v_2, \dots, v_n; c)$ ，其中  $v_i$  表示字段值， $c$  表示类别。

**(5) 回归：是通过具有已知值的变量来预测其他变量的值。**一般情况下，回归采用的是线性回归、非线性回归这样的标准统计技术。一般同一个模型既可用于回归，也可用于分类。常见的算法有逻辑回归、决策树、神经网络等。

**(6) 时间序列：时间序列是用变量过去的值来预测未来的值。**

数据挖掘另一个重要方面是与之相关的方法论。一般的事务处理系统甚至一些只提供报表分析功能的简单商业智能系统，建成以后只需要少量的工程维护工作，而采用数据挖掘技术的商业智能系统往往有很大不同。因为数据挖掘是一个商业理解、数据理解、建模、评估等一系列多次反复、多次调整的过程，并且模型的应用也不是一成不变的，在适当的时候需要更新和重建。所以一般的商业智能项目并不追求一次性工程建设，更倡导的是一种与企业业务紧密联系能够提升企业竞争力的咨询服务，而且熟悉业务和分析方法的分析人员在商业智能系统的应用中起着至关重要的作用。从这一点也能看出，为什么说 BI 是企业 MIS 之后更高层次、更具战略意义的应用。

诚然，对于数据挖掘或者商业智能也应有一个客观的认识。从广义上，数据挖掘是在传统数据分析方法基础上，融合了数据库、人工智能等多方面技术形成的知识发现技术。它对企业的信息分析必然产生积极的效果，对企业经营决策的辅助作用也是显而易见的。但是数据挖掘只是一些技术和方法，并非万能，而商业智能系统更多的是为企业提供一个经营分析的环境和一些分析工具。由于如何切合企业经营实际，从海量的经营数据中挖掘出有助于企业市场竞争的知识，商业智能系统本身的体现并不多。因此，企

业洞察力的真正来源是商业智能系统及数据挖掘技术的成功应用和实践。

### 9.3.7 电子商务

#### 1. 电子商务概念

电子商务（Electronic Commerce, EC），是指买卖双方利用现代开放的因特网络，按照一定的标准所进行的各类商业活动。主要包括网上购物、企业之间的网上交易和在线电子支付等新型的商业运营模式。产品可以是实体化的，如计算机、汽车、电视；也可以是数字化的，如新闻、影像、软件；还可以直接提供服务，如安排旅游、远程教育等。

电子商务概念可分为原始电子商务与现代电子商务。

（1）原始电子商务。使用电子信息技术工具进行商务活动。凡使用了诸如电报、电话、广播、电视、传真，以及计算机、计算机网络等手段、工具和技术进行商务活动，都可以称之为电子商务。

（2）现代电子商务。使用基于因特网的现代信息技术工具和在线支付方式进行商务活动。虽然使用广播可能是电子商务，但题目是“商场广播”，商场广播一般是商场广播通知的，并没有进行商务活动或交易活动。所以严格来讲“商场广播”不属于电子商务。

#### 2 电子钱包

电子钱包是电子商务购物活动中常用的一种支付工具，适于小额购物。在电子钱包内存放的电子货币，如电子现金、电子零钱、电子信用卡等。电子商务活动中电子钱包的软件通常都是免费提供的。世界上有 Visa Cash 和 Mondex 两大在线电子钱包服务系统。

但电子钱包不一定是软件：一类是纯粹的软件，主要用于网上消费、账户管理，这类软件通常与银行账户连接在一起；另一类是小额支付的智能储值卡，持卡人预先在卡中存入一定的金额，交易时直接从储值账户中扣除交易金额。

#### 3 电子商务分类

电子商务分三个方面，即电子商情广告、电子选购和交易，电子交易凭证的交换、电子支付与结算，以及网上售后服务。

电子商务按从事商务活动的主体不同，分为三种类型，即企业间的电子商务（B2B）、企业与消费者之间的电子商务（B2C）、消费者之间的电子商务（C2C）。

B2B（Business To Business），是市场领域的一种，是企业对企业之间的营销关系。电子商务是现代 B2B Marketing 的一种具体主要的表现形式。它将企业内部网，通过 B2B 网站与客户紧密结合起来，通过网络的快速反应，为客户提供更好的服务，从而促进企业的业务发展。例如，阿里巴巴、慧聪网等属于 B2B 类型。

B2C 是英文 Business To Customer（商家对客户）的缩写，而其中文简称为“商对客户”。“商对客户”是电子商务的一种模式，也就是通常说的商业零售，直接面向消费者销售产品和服务。由于这种模式节省了客户和企业双方的时间和空间，大大提高了交易效率，节省了不必要的开支，因此受到了很大程度的欢迎。如当当网、京东商城、China-pub 网上书店、天猫商城等属于 B2C 类型。

消费者与消费者（Customer to Customer, C2C）之间的电子商务：主要体现在一些个人开办的网上商城和二手交易上，这种交易是在消费者之间发生的。如淘宝网就属于 C2C 类型。

电子商务与线下实体店有机结合向消费者提供商品和服务，被称为 O2O 模式。

O2O 即 Online To Offline（在线离线/线上到线下），是指将线下的商务机会与互联网结合，让互联网成为线下交易的平台，这个概念最早来源于美国。O2O 的概念非常广泛，既可涉及线上，又可涉及线下。主流商业管理课程均对 O2O 这种新型的商业模式有所介绍及关注。

O2O 电子商务模式需具备五大要素：独立的网上商城、国家级权威行业可信网站认证、在线网络广告营销推广、全面社交媒体与客户在线互动、线上线下一体化的会员营销系统。例如，美团、大众点评就属于 O2O 交易模式。

此外有个特殊的分类是企业与政府机构之间进行的电子商务活动 B2A (Business To Administrations)，例如，政府将采购的细节在国际互联网上公布，通过网上竞价方式进行招标，企业通过电子的方式进行投标。

#### 4 电子商务物流

电子商务物流模式有自营物流、物流联盟、第三方物流、第四方物流、物流联盟和物流一体化几种。

自营物流：企业自身经营的物流。自营物流是在电子商务刚刚萌芽的时期，那时机械企业的物流模式的电子商务企业规模不大，从事电子商务的企业多选用自营物流的方式。企业自营物流模式意味着电子商务企业自行组建物流配送系统，经营管理企业的整个物流运作过程。

物流联盟：是制造业、销售企业、物流企业基于正式的相互协议而建立的一种物流合作关系。参加联盟的企业汇集、交换或统一物流资源以谋取共同利益，同时，合作企业仍保持各自的独立性。

第三方物流：(Third-Party Logistics, 简称 3PL 或 TPL)是指独立于买卖之外的专业化物流公司，长期以合同或契约的形式承接供应链上相邻组织委托的部分或全部物流功能，因地制宜地为特定企业提供个性化的全方位物流解决方案，实现把特定企业的产品或劳务快捷地向市场移动，在信息共享的基础上，实现优势互补，从而降低物流成本，提高经济效益。

第四方物流：(Four-Party Logistics, 简称 4PL 或 FPL)是一个供应链的整合者和协

调者,是一个供应链集成商,调配与治理组织本身与其他互补性服务所有的资源、能力和技术来提供综合的供应链解决方案。

物流一体化:是指以物流系统为核心,由生产企业、物流企业、销售企业直至消费者的供应链整体化和系统化。它是在第三方物流的基础上发展起来的新的物流模式。

解决电子商务的物流瓶颈问题可以从三方面着手。

- (1) 优化物流企业的业务流程。
- (2) 应用先进的物流管理技术。
- (3) 建立高效的物流信息管理系统。

## 5 电子商务基础设施

电子商务的基础设施包括四个,即网络基础设施、多媒体内容和网络出版的基础设施、报文和信息传播的基础设施、商业服务的基础设施。此外,技术标准,政策、法律等是电子商务系统的重要保障和应用环境。

### (1) 网络基础设施

网络基础设施主要是信息传输平台,这个信息传输平台主要运行 TCP/IP 网络协议,承载在电信通信网、有线电视网、专线网络之上,接入方式除了传统计算机有线网络之外,无线网络(4G 或 Wi-Fi)也是非常便利和普及的接入技术。

### (2) 多媒体内容和网络出版的基础设施

多媒体内容和网络出版的基础设施主要负责管理电子商务活动涉及的各种信息,包括文字、语音、图像、视频等。

### (3) 报文和信息传播的基础设施

报文和信息传播的基础设施负责提供传播信息的工具和方式,包括电子邮件系统、在线交流系统、基于 HTTP 或 HTTPS 的信息传输系统、流媒体播放系统等。

### (4) 商业服务的基础设施

商业服务的基础设施负责提供实现标准的网上商务活动的服务,包括商品目录和价格目录、电子支付网关、安全认证等。

### (5) 技术标准

技术标准是信息发布和传递的基础,是网上信息一致性的保证。技术标准定义了用户接口、传输协议、信息发布标准、安全协议等技术细节。

### (6) 政策和法律

政策包括围绕电子商务的税收制度、信用管理及收费、隐私问题等由政府制定的规章或制度。

电子商务相关法律包括消费者权益保护、隐私保护、电子商务交易真实性认定、知识产权保护等方面的立法或法规。

电子商务作为一门综合性的新兴商务活动,涉及面相当广泛,包括信息技术、金融、法律和市场等多种领域,这就决定了与电子商务相关的标准体系十分庞杂,几乎涵盖了

现代信息技术的全部标准范围及尚待进步规范的网络环境下的交易规则。安全、认证、支付和接口等标准是亟待制定和完善的内容。

### 9.3.8 大数据

大数据（Big Data）或称巨量资料，指的是所涉及的资料量规模巨大到无法透过目前主流软件工具，在合理时间内达到截取、管理、处理、并整理成为帮助企业经营决策更积极目的的资讯。

大数据技术的战略意义不在于掌握庞大的数据信息，而在于对这些含有意义的数据进行专业化处理。换言之，如果把大数据比作一种产业，那么这种产业实现盈利的关键，在于提高对数据的“加工能力”，通过“加工”实现数据的“增值”。

大数据的特点有 5 个。

（1）数据体量巨大。从 TB 级别，跃升到 ZB 级别。大数据设定是非常巨大而复杂的，传统的数据处理应用程序数据集是不够的。这些挑战包括分析、捕捉、数据管理、搜索、分享、存储、转移、可视化、查询、更新与信息隐私。

（2）数据类型繁多。例如网络日志、视频、图片、地理位置信息等。

（3）价值密度低，商业价值高。以视频为例，在连续不间断的监控过程中，可能有用的数据仅仅有一两秒。

（4）处理速度快。这一点也是和传统的数据挖掘技术有着本质的不同。

（5）数据来自于各种各类新系统网络及网络终端的行为或痕迹。

业界将其归纳为 5 个“V”——Volume、Variety、Value、Velocity、Veracity。

根据维克托·迈尔-舍恩伯格所著的《大数据时代》（迄今为止全世界最好的一本大数据专著）可知，大数据的核心就是预测。这个核心代表着我们分析信息时的三个转变。第一个转变就是，在大数据时代，我们可以分析更多的数据，有时候甚至可以处理和某个特别现象相关的所有数据，而不再依赖于随机采样。第二个改变就是，研究数据如此之多，以至于我们不再热衷于追求精确度。第三个转变因前两个转变而促成，即我们不再热衷于寻找因果关系。取而代之的是关注关联关系。也就是说只要知道“是什么”，而不需要知道“为什么”。

大数据最核心的价值就是在于对于海量数据进行存储和分析。因为拥有了大数据，首先可以通过数据租售服务的方式与潜在客户产生价值，其次，如能运用组群分析、数据挖掘等科学方法，辅以云计算、分布式存储等手段，则可以对数据展开深层次分析和预测服务。

大数据运用领域很广，包括征信、风控、消费金融、财富管理、疾病预测等各行各业都开始运用大数据。

2015 年 8 月 31 日，国务院以国发〔2015〕50 号印发《促进大数据发展行动纲要》。该《纲要》分发展形势和重要意义、指导思想和总体目标、主要任务、政策机制 4 部分。



立足我国国情和现实需要,推动大数据发展和应用在未来 5 到 10 年逐步实现以下目标。

- 打造精准治理、多方协作的社会治理新模式。
- 建立运行平稳、安全高效的经济运行新机制。
- 构建以人为本、惠及全民的民生服务新体系。
- 开启大众创业、万众创新的创新驱动新格局。
- 培育高端智能、新兴繁荣的产业发展新生态。

大数据对产品、企业和产业有着深刻的影响。把信息技术看作是辅助或服务性的工具已经成为过时的观念,管理者应该认识到信息技术的广泛影响,以及怎样利用信息技术来创造有力而持久的竞争优势,数据驱动将是未来经济社会发展的重要特征。

### 9.3.9 移动互联网

移动互联网,就是将移动通信和互联网二者结合起来,成为一体。它是互联网的技术、平台、商业模式和应用与移动通信技术结合并实践的活动的总称。移动互联网不是桌面互联网的复制和移植这么简单。

目前移动互联网有了长足发展,互联网+进一步推动了移动互联网的发展,国务院也提出了“加快移动互联网、大数据、物联网、云计算、北斗导航、地理位置服务、生物识别等现代信息技术在认证、交易、支付、物流等商务环节的应用推广”,但移动网络受限于终端数量和传输特性,将与传统 PC 互联网长期共存,可能出现个别特性比如覆盖范围、用户数量等方面超越 PC 互联网地位的现象,但不可能替代。

移动互联网有以下特点。

#### 1. 高便携性

根据中国信息通信研究院公布的数据,2017年全年中国国内手机市场出货量是4.91亿部,人人都有移动终端已经成为现实。使用移动设备上网,可以带来 PC 上网无可比拟的优越性,沟通与资讯的获取远比 PC 设备方便。

#### 2. 安全性更加复杂

智能手机已经是人们生活的一个组成部分,而它又是随时随地被携带着,是永远在线的,更容易暴露人们的隐私,也更容易成为一个安全隐患。智能手机可以轻易地泄露短信信息,泄露存在手机中的图片和视频,泄露用户的电话号码。这些很容易构成安全威胁。更为复杂的是,智能手机的 GPS 定位功能,可以很方便地对用户进行实时跟踪,这其中的信息全面而复杂。而智能手机中正在形成的电子支付能力,近场支付安全隐患,远程支付的密码泄露,使智能手机不但是一个方便的工具,也正在成为“手雷”,给社会生活的安全带来巨大的问题。

### 3. 终端和网络的局限性

网络局限来源于无线网络传输环境和技术能力限制。终端的局限来源于自身的处理性能、存储容量和电池容量。

### 4. 其他

传感技术能极大地推动移动互联网的成长。

在移动互联网领域，仍存在浏览器竞争及“孤岛”问题。

有效实现人与人的连接是移动互联网应用的一个非常重要的方面。

## 第 10 章 信息系统服务管理

信息系统服务是一个范围相当广泛的概念,所有以满足企业和机构的业务发展所带来的信息化需求为目的,基于信息技术和信息化理念而提供的专业信息技术咨询服务、系统集成服务、技术支持服务等工作,都属于信息系统服务的范畴。

### 10.1 信息系统服务业内容

信息系统服务在不同时期和不同阶段有着不同的内涵,但是信息系统服务覆盖了各行各业信息化建设的全过程。比如信息技术咨询服务是信息系统服务的前端环节,为企业提供信息化建设规划和解决方案。而根据信息化建设方案选择合适的软硬件产品搭建信息化平台,根据企业的业务流程和管理要求进行软件和应用开发,以及系统建成后的长期维护和升级换代等,属于信息系统服务的中间及下游环节。

### 10.2 系统集成服务

系统集成是指通过结构化的综合布线系统和计算机网络技术,将各个分离的设备(如个人电脑)、功能和信息等集成到相互关联的、统一和协调的系统之中,使资源达到充分共享,实现集中、高效、便利的管理。系统集成采用的技术有功能集成、网络集成、软件界面集成等多种集成技术。

系统集成实现的关键在于解决系统之间的互操作性和互连问题,它是一个多协议多厂商和面向各种应用的体系结构,需要解决各类设备、子系统间的协议、接口、系统平台、复用软件等与子系统,施工配合、建筑环境、组织管理和人员配备相关的一切面向集成的问题。

系统集成主要包括软件集成、硬件集成、技术与管理集成、数据和信息集成、人与组织机构集成。其中人与组织机构集成是系统集成的最高境界。

## 10.3 服务管理的工作流程

IT 服务管理的核心思想是，IT 组织不管它是企业内部的还是外部的，都是 IT 服务提供者，其主要工作是提供低成本、高质量的 IT 服务。

IT 服务管理的基本原理是“二次转换”，第一次是“梳理”，第二次是“打包”。

首先，将纵向的各种技术管理工作（这是传统 IT 管理的重点），如服务器管理、网络管理和系统软件管理等，进行“梳理”，形成典型的流程，比如 ITIL 中的 10 个流程。这是第一次转换。流程主要是 IT 服务提供方内部使用的，客户对他们并不感兴趣且仅有这些流程并不能保证服务质量或使客户满意。还需将这些流程按需“打包”成特定的 IT 服务，然后提供给客户。这是第二次转换。第一次转换将技术管理转换为流程管理，第二次转换将流程管理转化为服务管理。

IT 服务管理一共包括了 10 个流程和一项职能，这些流程和职能又被归结为两大流程组，即“服务提供”流程组和“服务支持”流程组。其中服务支持流程组归纳了与 IT 管理相关的一项管理职能及 5 个运营级流程，即事件管理、问题管理、配置管理、变更管理和发布管理；服务提供流程组归纳了与 IT 管理相关的 5 个战术级流程，即服务级别管理、IT 服务财务管理、能力管理、IT 服务持续性管理和可用性管理。

### 1. 服务台

服务台（Service Desk）在服务支持中扮演着一个极其重要的角色。完整意义上的服务台可以理解与其他 IT 部门和服务流程的“前台”，它可以在不需要联系特定技术人员的情况下处理大量的客户请求。对用户而言，服务台是他们与 IT 部门的唯一连接点，确保他们找到帮助其解决问题和请求的相关人员。

服务台有时也被称为“帮助台”（Help Desk），但这两个概念的意义并不完全一样。帮助台的主要任务是记录、解决和监控 IT 服务运作过程中产生的问题，主要和事件管理相关联。而服务台的概念则具有更广泛的内涵，它通过提供一个集中和专职的服务联络点促进了组织业务流程与服务管理基础架构的集成。

服务台不仅负责处理事件、问题和客户的询问，同时还为其他活动和流程提供接口。这些活动和流程包括客户变更请求、维护合同、服务级别管理、配置管理等。

服务台的主要目标是协调客户（用户）和 IT 部门之间的关系，为 IT 服务运作提供支持，从而提高客户的满意度。

服务台的工作包括：响应用户呼叫、提供信息、客户需求管理、客户关系管理、供应商联络、日常运作管理、基础架构监控。

### 2. 事件管理

事件（Incident）是指引起或有可能引起服务中断或服务质量下降的不符合 IT 服务标准操作的活动。这里所指的事件不仅包括软硬件故障，还包括服务请求，例如，状态

查询、重置口令、数据库导出等。

当多个事件需要同时处理时，必须根据事件所造成的影响、事件的紧急程度、解决事件的难易程度等因素确定事件处理的优先级。

事件管理的目标是在尽可能小地影响客户和用户业务的情况下使 IT 系统尽快恢复到服务级别协议所定义的服务级别，同时记录事件以为其他流程提供支持。

### 3. 问题管理

事件管理并不负责查找事件产生的潜在原因，其强调的是速度。调查和分析 IT 基础架构和查找事件产生的根本原因是问题管理的责任。

问题管理是指通过调查和分析 IT 基础架构的薄弱环节、查明事件产生的潜在原因，并制订解决事件的方案和防止事件再次发生的措施，将由于问题和事件对业务产生的负面影响减小到最低的服务管理流程。

与事件管理强调事件恢复的速度不同，问题管理强调的是找出事件产生的根源，从而制订恰当的解决方案或防止其再次发生的预防措施。

在尚未查明事件产生的原因前，事件所对应的潜在原因被称为问题。而在找到事件产生的根本原因后，问题就成为一个知名错误（Known Errors）。随后可以提出一个变更请求（Request of Change）来消除该知名错误和防止类似事件再次发生。

问题管理与事件管理都是针对事件而为用户提供支持的服务管理流程。但两者的目标是不同的，如果说事件管理流是“治标”的流程，那么问题管理则致力于“治本”。具体来说，问题管理所要达到的目标包括以下三项：

- （1）将由 IT 基础架构中的错误引起的事件和问题对业务的影响减少到最低程度；
- （2）查明事件或问题产生的根本原因，制订解决方案和防止事件再次发生的预防措施；
- （3）实施主动问题管理，在事件发生之前发现和解决可能导致事件产生的问题。

### 4. 配置管理

IT 服务可以为企业的业务运作提供支持，而 IT 服务能否满足业务运作的要求很大程度上取决于支持 IT 服务运作的 IT 基础架构的配置及运行情况。因此，必须建立专门的流程提供有关 IT 基础架构的配置情况的信息。配置管理就是专门负责提供这方面信息的流程。

配置管理是指由识别和确认系统的配置项、记录和报告配置项状态和变更请求、检验配置项的正确性和完整性等活动构成的服务管理流程。

配置管理提供的有关基础架构的配置信息可以为其他服务管理流程提供支持，如事件管理人员和问题管理人员，需要利用配置管理流程提供的信息进行事件和问题的调查与分析等。

在配置管理中，最基本的信息单元是配置项（Configuration Items, CIs）。所有软件、硬件和各种文档，比如变更请求、服务、服务器、环境、设备、网络设施、台式机、移

动设备、应用系统、协议、电信服务等都可以被称为配置项。

所有有关配置项的信息都被存放在配置管理数据库（CMDB）中。需要说明的是，配置管理数据库不仅保存 IT 基础架构中特定组件的配置信息，而且还包括各配置项相互关系的信息。配置管理数据库需要根据变更实施情况不断更新，以保证配置管理中保存的信息总能反映 IT 基础架构的现时配置情况，以及各配置项之间的相互关系。

配置管理不同于 IT 资产管理。后者是一个计量过程，用于控制和管理超过一定价值的资产的折旧过程；它记录了资产的购置时间、购买价格、折旧年限、折旧方法，以及资产所处状态和位置等方面的情况。而配置管理除了记录配置项本身的信息外，还记录了各配置项之间的关系，以及有关配置项的标准和授权方面的信息，同时它还记录了配置项的当前状态和变更情况。

配置管理作为组织 IT 基础架构的信息中心的控制中心，必须实现以下几个目标：

- （1）计量组织和服务中所使用的所有 IT 资产和配置项的价值；
- （2）为其他服务管理流程提供有关 IT 基础架构配置的准确信息；
- （3）为事件管理、问题管理、变更管理的运作提供支持；
- （4）核实有关 IT 基础架构的配置记录的正确性并纠正发现的错误。

## 5. 变更管理

企业运用信息技术的根本目的是为其业务运作提供支持。这种支持或是战略层的，或是战术层的，也可能是运作层的。企业面临的外部环境是不断变化的，因而它的业务运作也必须随着外部环境的变化做出调整；相应地，支持业务运作的 IT 服务及其基础架构也必须进行必要的变更。此外，当事件和问题出现而必须通过实施变更才能消除时，变更也必须及时地得到实施。

变更管理是指为在最短的中断时间内完成基础架构或服务的任一方面的变更而对其进行控制的服务管理流程，当问题管理通过调查和分析发现问题产生的根本原因，但不能制订恰当的解决方案从根本上予以解决时，问题管理需要向变更管理提交变更请求，从而通过实施必要的变更以从根本上消除问题的根源。

在变更管理流程运作过程中，需要组建变更咨询委员会（CAB）。变更咨询委员会负责对问题管理流程提交的变更请求进行评审，并决定是否批准该变更请求的实施。变更咨询委员会同时还应为变更经理评估实施某项变更可能产生的影响和确定变更的优先级提供专业意见。变更咨询委员会应当从业务和技术两个角度充分评估变更的影响。为此，变更咨询委员会的成员应当由变更经理、客户、用户经理、用户群代表、应用开发和维护人员，以及有关的专家和技术顾问等人员组成。

变更管理的目标是确保在变更实施过程中使用标准的方法和步骤，尽快地实施变更，以将由变更所导致的业务中断对业务的影响减小到最低。

## 6. 发布管理

发布是指经过测试并导入实际应用环境的新增或改进的配置项的集合。

发布管理负责计划与实施 IT 服务的变更, 并描述变更的各个方面。其主要目标是通过正规的实施变更流程及测试以确保应用系统的质量。

发布的类型主要包括德尔塔发布 (Delta Release)、全发布 (Full Release) 和包发布 (Package Release) 三种。德尔塔发布 (又称增量发布) 是指仅仅对自上次全发布或德尔塔发布以来发布单元中实际发生变化或新增的那些配置项进行发布的方式; 全发布是指同时构建、测试、分发和实施发布单元的所有组成组件的发布方式; 包发布是指将一组软件配置项以包的形式一起导入实际运作环境的发布方式。

发布管理运作过程中涉及的数据库主要有三个。

(1) 最终软件库 (Definitive Software Library, DSL)。最终软件库是一个存放和保管所有已批准的最终版本的软件配置的数据库, 它是软件正本存放的物理仓库或逻辑存储空间。这个逻辑存储空间在实际中一般由一个或多个物理软件库或软件存储器组成。它们应当与等开发或等测试的文件存储空间分隔开来。DSL 也可能包括一个用来保管外购软件正本 (比如防火墙软件) 的物理软件仓库。由于受变更和发布管理的严格控制, 只有那些已经过批准认可的软件才会被纳入 DSL 之中。DSL 并不只是为了满足配置管理的需要, 而是发布管理和配置管理的共同基础。

(2) 最终硬件库 (Definitive Hardware Store, DHS)。它是为安全存储最终确定的各个硬件而设置的一个区域。有关这些组件及其各自的构件和相关内容的信息必须全面记录于配置管理数据库 (CMDB) 中。这些组件可能被其他系统或恢复重大事件时用到, 但当这些临时性的使用完成后, 应将其回归最终硬件库 (DHS)。

(3) 配置管理数据库 (CMDB)。它是为发布管理提供信息, 并由发布管理进行更新数据库。

发布管理是与变更管理、配置管理紧密结合的, 当新发布引起 IT 基础架构的变更时, 配置管理数据库也需要进行实时的更新, 同时发布的内容也要保存到最终软件库中, 其他如硬件规格说明、装配指南和网络配置等都要保存到最终软件库或配置管理数据库中。

发布管理负责将经测试无误的软硬件版本发布到目的变更地点, 并保证相应的服务级别。具体来说, 发布管理需要实现的目标包括:

- (1) 计划和协调软硬件组件的发布;
- (2) 设计和实施有效的程序来分发和安装 IT 系统的变更;
- (3) 确保只有正确的、被授权的和经过测试的软硬件版本才能导入实际运作环境;
- (4) 结合变更管理, 确认发布的确切内容和首次发布计划;
- (5) 确认所有最终软件库中软件正本的复制是安全可靠的, 并且在配置管理数据库中得到了更新。

## 7. 服务级别管理

服务级别管理 (SLM) 是为签订服务级别协议 (SLA) 而进行的计划、草拟、协调、

监控和报告,以及签订服务级别协议后对服务品质的评价等一系列活动所组成的一个服务管理。服务级别管理旨在确保组织所需的 IT 服务质量在成本合理的范围内得以维持并逐渐提高。

在瞬息万变的外部商业环境中,随着技术的不断进步和组织自身的业务需求的调整,IT 服务提供商也必须相应地调整其提供的 IT 服务的级别,使之符合企业的业务需求并将成本控制在合理的范围之内。因此,从某种程度上讲,服务级别管理的主要任务是在服务质量需求和供给,以及客户满意和 IT 服务成本之间寻求一个合理的平衡。

服务级别管理围绕组织业务需求和 IT 服务级别展开,需要协调 IT 服务提供方 (IT Service Providers)、客户 (Customers)、内部供应商 (Internal Suppliers) 和外部第三方供应商 (External Suppliers) 四方之间的关系。服务级别管理主要通过一套服务级别协议体系来协调这四方的关系。这个服务级别协议体系主要包括服务级别协议 (Service Level Agreements)、运营级别协议 (Operation Level Agreement) 和支持合同 (Underpinning Contracts)。

服务级别协议 (SLA) 是由 IT 部门和客户之间签订的描述将要提供的一项或多项服务的一份协议,用非技术语言进行描述,在协议期间它可作为评价和调整 IT 服务的标准。

运营级别协议 (OLA) 是指 ITSP 与 IT 部门内部某个具体的职能或岗位就某项 IT 服务所签订的协议,支持 IT 部门提供各种服务,是对 SLA 的细化。

支撑合同 (UC) 是与外部提供商就某项服务的供应所签订的合同,通常是正式的合同,而 SLA 和 OLA 通常不是法律文本。

服务级别管理的目标如下:

- (1) 整合提供 IT 服务所需的各种要素;
- (2) 生成清晰地描述服务项目中各种要素的文档;
- (3) 以一种客户能够理解并对涉及的术语所要提供的服务进行描述;
- (4) 整合 IT 战略和业务需求;
- (5) 以一种可控的方式改进 IT 服务提供。

## 8. IT 服务财务管理

IT 服务财务管理是负责预算和核算 IT 服务提供方提供 IT 服务所需的成本,并向客户收取相应服务费用的管理流程,它包括 IT 投资预算、IT 服务成本核算和服务计费三个子流程,其目标是通过量化服务成本减少成本超支的风险、减少不必要的浪费、合理引导客户的行为,从而最终保证所提供的 IT 服务符合成本效益的原则。IT 服务财务管理流程产生的预算和核算信息可以为服务级别管理、能力管理、IT 服务持续性管理和变更管理等管理流程提供决策依据。

## 9. IT 服务持续性管理

IT 服务持续性管理是指确保发生灾难后有足够的技术、财务和管理资源来确保 IT



服务持续性的管理流程。IT 服务持续性管理关注的焦点是在发生服务故障后仍然能够提供预定级别的 IT 服务，从而支持组织的业务持续运作的的能力。

### 10. 可用性管理

可用性管理是通过分析用户和业务方的可用性需求并据以优化和设计 IT 基础架构的可用性，从而确保以合理的成本满足不断增长的可用性需求的管理流程。可用性管理是一个前瞻性的管理流程，它通过对业务和用户可用性需求的定位，使得 IT 服务的设计建立在真实需求的基础上，从而避免 IT 服务运作中采用了过度的可用性级别，节约了 IT 服务的运作成本。

### 11. 能力管理

能力管理是指在成本和业务需求的双重约束下，通过配置合理的服务能力使组织的 IT 资源发挥最大效能的服务管理流程。能力管理流程包括业务能力管理、服务能力管理和资源能力管理三个子流程。

## 10.4 信息工程监理

根据《信息工程监理暂行规定》，信息工程监理是指依法设立且具备相应资质的信息工程监理单位，受建设单位委托，依据国家有关法律法规、技术标准和信息工程监理合同，对信息工程项目实施监督管理。

按照国家相关规定，以下项目都需要引入信息工程监理：

- (1) 国家级、省部级、地市级的信息工程；
- (2) 使用国家政策性银行或国有商业银行贷款，规定需要实施监理的信息工程；
- (3) 使用国家财政性资金的信息工程；
- (4) 涉及国家安全、生产安全的信息工程；
- (5) 国家法律、法规规定的应当实施监理的其他信息工程。

信息工程监理可由建设单位直接委托具有资质的监理单位承担，也可以采用招标方式选择监理单位。监理单位承担监理业务。

监理单位应协助建设单位制定项目的总体规划和技术方案，以及设备选型方案。在信息工程进入现场施工阶段后，监理单位应对整个工程实施的进度、质量、费用及合同进行监督。在工程项目验收之后，建设单位往往还会要求监理单位继续协助制定信息化设施的运行管理制度。因此信息工程监理单位的业务范围需要向外延伸，覆盖信息工程项目从立项到试运行的全过程。

### 1. 引进项目监理有利于信息工程成功

首先，项目监理人员熟悉信息技术，因此能向项目建设方提供所需要的知识。

其次，监理方直接和承建方对话，降低了因承建方的隐蔽行动而造成的“道德风险”。

再次，监理方能对建设方的工作态度和上作方法进行监督，从而降低在信息系统工程中因建设方的失误所造成的风险。

项目监理方通过监理合同而获得项目建设方的授权，在工程实施过程中，对项目承建方，以及由其确定的分包商、供应商、其他合作方进行监督和管理，以保证项目投资、进度和质量目标的实现。

## 2. 监理的主要内容可以概括为“四控三管一协调”

“四控”：指质量控制、投资控制、进度控制、变更控制。

“三管”：指合同管理、信息管理和安全管理。

“一协调”：指沟通协调。

在项目监理中，建设单位、承建单位、监理单位的基本关系为“三方一法”，即三方使用的都是项目管理方法。

## 3. 监理的选择

《建设工程监理规范》规定：总监理工程师应由具有三年以上同类工程监理工作经验的人员担任。所有的工程款支付证书均须由总监理工程师亲自签字。凡是涉及项目的质量、费用、合同、人事调整、审批监理细则、编写大纲等都属于总监理工程师的职责。

监理单位应于委托监理合同签订后十天内将项目监理机构的组织形式、人员构成及对总监理工程师的任命书面通知建设单位。当总监理工程师需要调整时，监理单位应征得建设单位同意并书面通知建设单位；当专业监理工程师需要调整时，总监理工程师应书面通知建设单位和承包单位。

另外，实施工程监理的，在进行工程监理前，建设方应当将委托的监理单位的名称、资质等级、监理人员、监理内容及监理权限，书面通知被监理的建设工程的承建方。

## 4. 监理大纲

监理大纲是工程监理单位在工程施工监理项目招标过程中为承揽到工程监理业务而编写的监理技术性方案文件。根据各方面的技术标准、规范的规定，结合实际，阐述对该工程监理招标文件的理解，提出工程监理工作的目标，制定相应的监理措施，写明实施的监理程序和方法，明确完成时限，分析监理重难点等。

# 第 11 章 信息系统项目管理基础

项目管理是近几十年发展起来的一个管理学分支，同时也变成了一个新兴的行业。它不但应用于国民经济的各部门和社会活动的各方面，而且还与人们的日常生活紧密相连。项目管理包含了许多内容，它是对项目管理专业知识的一个总结，正如法律、医药和会计等其他专业一样，这一知识体系也有赖于那些实践者和学者们对它加以应用和提高。

美国项目管理专业资质认证委员会主席 Paul Grace 说过，在当今社会中，一切都是项目，一切也将成为项目。不管是日常工作还是茶余饭后，人们谈论最多的事情也是各种各样的项目。

## 11.1 项目及项目管理

### 11.1.1 项目的概念

项目是在特定条件下，具有特定目标的一次性任务，是在一定时间内，满足一系列特定目标的多项相关工作的总称。项目的定义包含三层含义：第一，项目是一项有待完成的任务，且有特定的环境与要求；第二，在一定的组织机构内，利用有限资源（人力、物力、财力等）在规定的时间内完成任务；第三，任务要满足一定性能、质量、数量、技术指标等要求。

根据项目的定义，项目的目标应该包括成果性目标和约束性目标。成果性目标都是由一系列技术指标来定义的，如性能、质量、数量等；而项目的约束性目标往往是多重的，如时间、费用等。因为项目的目标就是满足客户、管理层和供应商在**时间、费用和性能**上的不同要求，所以，项目的总目标可以表示为一个空间向量。项目的多目标属性示意图如图 11-1 所示。

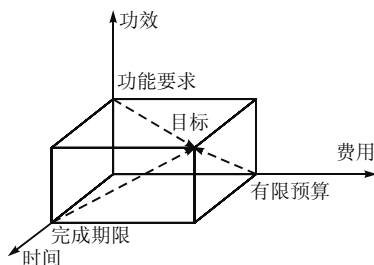


图 11-1 项目的多目标属性示意图

### 11.1.2 项目的属性

不难看出，作为在特定的环境与限制下有待完成的一次性任务，项目具有 6 大基本属性。

**（1）临时性（一次性）。**临时性是项目与其他重复性的操作、运行工作的最大区别。项目大多带有某种创新的性质，有明确的起点和终点，过去没有完全可以照搬的先例，将来也不会再有完全相同的重复内容。项目的其他属性也是从一次性这一主要属性中衍生出来的。

**（2）独特性。**项目的独特性可能表现在项目的目标、环境、条件、组织、过程等诸多方面。每个项目都有其特别的地方，没有两个项目是完全相同的。即使有些项目所提供的产品和服务是类似的，但项目的目标、环境、条件、组织、过程等不会完全相同。

**（3）渐进明细性。**在项目一开始，项目的范围只是一个粗略的，随着项目的不断深入，项目的范围就越来越明晰。

**（4）目标的确定性。**项目必定有确定的、明确的目标，没有明确的目标，行动就没有方向，也就不能成为一项任务，当然也就不会有项目的存在。项目目标一般由成果性目标与约束性目标组成。其中，成果性目标是项目的来源，也是项目的最终目标，在项目实施过程中成果性目标被分解成为项目的功能性要求，是项目全过程的主导目标；约束性目标通常又称为限制条件，是实现成果性目标的客观条件和人为约束的统称，由于其是项目实施过程中必须遵循的条件，从而也就成为项目实施过程中管理的主要目标。

**（5）组织的临时性和开放性。**因为项目是临时的，所以项目班子一般也是临时性的。项目执行过程中班子的人数、成员和职能在不断地变化，甚至某些项目班子的成员是借调来的，项目结束时项目班子要解散，人员要转移。项目组织是开放性的，没有严格的边界。参与项目的组织往往有多个、几十个，甚至几百个。它们通过合同、协议，以及其他的社会联系组合在一起。这一点与一般的企、事业单位组织很不一样。

**（6）成果的不可挽回性。**项目不像其他事情可以试做，做坏了可以重来；也不像批量产品，合格率 99.99% 就很好了。项目必须确保成功。这是因为在项目的特定条件下，个人和组织的资源有限，一旦失败就永远失去了重新实施原项目的机会。因此，项目具有较大的不确定性，它的过程是渐进的，潜伏着各种风险，要有精心的设计、制作和控制，才能达到预期的目标。

### 11.1.3 项目管理

项目管理就是把各种资源应用于目标，以实现项目的目标，满足各方面既定的需求。

由于项目管理首先是管理，所以管理学的一般理论照样适用于项目管理，不同的是项目的管理对象是项目；管理的方式是目标管理；项目的组织通常是临时性、灵活性和扁平化的组织；管理过程贯穿着系统工程的思想；管理的方法、工具和手段具有先进

性和开放性，用到多学科的知识 and 工具。

项目管理的要素有以下四个。

**(1) 环境。**首先，项目不是空中楼阁，都是在特定的环境下进行的。项目管理者必须对项目所处的外部环境有正确的认识。项目的外部环境包括自然、技术、政治、社会、经济、文化，以及法律法规和行业标准等。

**(2) 资源。**资源概念的内容十分丰富，可以理解为一切具有现实和潜在价值的东西，包括自然资源 and 人造资源，内部资源和外部资源，以及有形资源 and 无形资源，诸如人力 (Man)、材料 (Material)、机械 (Machine)、资金 (Money)、信息 (Message)、科学技术 (Method of S&T)、市场 (Market) 等。

**(3) 目标。**如前所述，项目的目标就是满足客户、管理层和供应商等项目干系人 (Stakeholders) 在时间、费用和性能上的不同要求。

**(4) 组织。**组织就是把多个人联系起来，做一个人无法做的事，是管理的一项功能。组织包括与它要做的事相关的人和资源，及其相互关系。项目组织与其他组织一样，要有好的领导、章程、沟通、人员配备、激励机制，以及好的组织文化等。同时，项目组织也有与其他组织不同的特点。

## 11.2 信息系统项目的管理现状与特点

### 11.2.1 信息系统项目的管理现状

近 20 年来，以计算机和网络为核心的信息技术产业得到了迅猛的发展。年轻并迅速发展的 IT 行业对管理同样也对项目管理提出了新的挑战。在我国，由于 IT 行业发展起步较晚，项目管理在 IT 行业的应用还很不成熟，情况就更为严重，软件项目失败几乎成了普遍现象：由于认识的误区，许多企业领导盲目认为软件业是低成本（在他们眼里，就是几个人员的工资）、高回报的产业，丝毫不考虑风险；由于观念的落后，更多的客户认为做一个应用软件要花掉上百万元简直是不可思议的事，非常宏大的企业信息化建设项目，却投资很少，早就给盲目胆大的软件企业挖下了陷阱；由于经验的不足，有许多项目在需求调研阶段就没有明确的范围或偏离了方向，进度、资金、工作量估计严重不足，而客户往往在项目交付后才学会提需求，使项目没完没了；由于管理水平的低下和软件本身的智力密集性，研发过程很难控制，个人英雄主义普遍存在，致使信息系统项目的成败把握在个别人手里……总结起来，总是教训多，经验少。

IT 行业是一个富有创造性和挑战性的行业，项目没有可以照搬的先例，将来也不会有相同的重复内容，要求在有限的资源条件下，在越来越短的时间范围内，为客户提供技术创新性强、个性化程度高的信息产品和服务，IT 行业的行业特点使一般的、常规的组织管理方式已很难适应。有资料把信息系统项目失败的原因归纳为四大类：项

目组织原因、缺乏需求管理、缺乏计划与控制 and 估算错误。这四大原因无一不在项目管理的范畴之内。有效的管理虽然不是项目成功的全部，但缺乏管理的项目肯定是成功不了的。

如何把 IT 行业发展特点和项目管理的实施有机地结合起来，提高项目的成功率，是我国 IT 行业，也是项目管理专家面临的重要课题。

### 11.2.2 信息系统项目的特点

**(1) 高智力密集性。**IT 行业是最典型的技术密集型、知识密集型的产业，人才是 IT 行业最宝贵的财富，信息技术项目人员具有明显的技术性、稀缺性、流动性和年轻化的特点。信息技术项目最突出的特点是对人才的依赖。近些年比较突出的矛盾是：一方面，IT 企业缺乏有经验、有技术的高端人才；另一方面，市场上大量的中低端人才找不到工作。另外，高端的 IT 人才流动性大也是决定 IT 项目成败的最大风险之一。能否站在技术前沿，能否吸引人、用好人 and 留住人，将直接决定我国 IT 企业的生存和发展。

**(2) 综合性。**IT 行业具有很强的渗透性和带动作用，是国民经济发展的带动力量。IT 行业已逐步渗透到我国第一、第二、第三产业，以及社会生活的各个领域，有效地推动了产业结构调整，促进了产业技术改造，提高了人们的生活质量，为产业发展和整个社会生活带来了革命性的变化。随着国家信息化的深入发展，我国 IT 行业市场将越来越大。这就要求 IT 行业能够提供更加适合行业特点的快捷、优质、专业化和个性化的产品或服务。可见，信息技术项目一般需要的人才有一定的行业背景，而对项目经理和业务骨干的综合素质提出很高的要求，优秀的项目经理必须是既有计算机专业知识，又有行业知识的复合型人才。

**(3) 高投入、高风险、高收益。**IT 行业在产品研发、生产和市场推广过程中，都要进行巨额的资金、设备和人力投入，由于技术的高度复杂性和市场的高度不确定性，项目风险控制难度加大，项目的成功率较低。但是一旦某个新项目或新产品获得成功，将会带来相对高额回报。

**(4) 高度时效性。**IT 行业组织管理模式日新月异，产品生命周期越来越短，市场变化越来越快。摩尔定律说，每过 18 个月，集成电路价格降低一半，性能增加一倍。可见，能否适应技术、市场和管理的快速变化，不断地进行创新，比竞争对手更快地推出产品或占领市场，将直接决定 IT 企业的成败。

**(5) 高度竞争性。**目前，在中国与软件有关的企业大约有 5000 家。这其中，有进驻中国的国际知名企业，有新近设立的网络软件公司，也有大量转型进军 IT 行业的传统企业，行业竞争空前激烈，且竞争对手具有一定程度的不可预测性。另外，软件盗版、侵权、粗制滥造等现象的存在和尚不够规范化的市场秩序，也使市场竞争和项目管理的复杂性增加。

**(6) 信息交流必不可少。**信息系统本身是沟通的产物。软件开发过程实际上就是

将手工作业转化成计算机程序的过程。不像普通的生产加工那样有具体的有形的原料和产品，软件开发的原料和产品就是信息，中间过程间传递的也是信息，而信息的产生、收集、传播、保存正是沟通管理的内容。可见，沟通不仅仅是软件项目管理的必要手段，更重要的，沟通是软件生产的手段和生产过程中必不可少的工序。

**(7) 目标柔性。**软件开发不像加工螺钉、螺母，有很具体的标准和检验方法。软件的标准柔性很大，项目的范围不易确定。在用户的心里，用户好用、满意是软件成功的标准，但由于用户的能力所限，这个标准在软件开发前很难确切地、完整地表达出来。因此，造成大量返工和项目范围的变更，严重的情形可能导致项目搁浅。

**(8) 团队重要性。**美国 IBM360 操作系统总设计师 Frederick P. Brooks 通过对该项目失败的总结，认为“大型软件项目开发犹如一个泥潭，项目团队就像很多大型和强壮的动物在其中剧烈地挣扎，投入得越多，挣扎得越凶，陷入得越深……从表面上看，项目团队和个人都是精干的，好像他们每项任务和问题都能单独地完成和解决，但是当他们的和完成的任务与问题相互纠缠并积累在一起的时候，项目的问题越来越大，项目的过程越来越复杂，团队的行动就会变得越来越慢，项目的效率就越来越低。”

俗话讲：“宁吃好梨一个，不吃烂梨一筐”，在 IT 项目团队中，骨干人员的素质和经验又是至关重要的，很多 IT 界传奇的例子都证明了这一点，如微软的安德斯·海尔斯伯格（Anders Hejlsberg）。有人说：“优秀的人是无价的，优秀的人同时又是免费的，因为他给项目带来的价值远远高于付给他的工资。”

**(9) 过程重要性。**软件开发的人都知道软件开发过程管理的重要性。小型的软件无所谓，两三个人很容易相互协调。但大中型软件的开发就必须有科学的管理过程，没有这种严格的过程，开发人员的能力再强也没用。不关注软件开发的过程和中间结果，到后期发现偏差就来不及了。

## 11.3 项目管理知识体系

项目管理是从第二次世界大战以后发展起来的，项目管理工作者在几十年的实践中感觉到，虽然从事的项目类型不同，但是仍有一些共同之处，于是他们就自发组织起来共同探讨这些共性主题，即项目管理知识体系的建立。

项目管理知识体系首先是由美国项目管理学会（PMI）提出的，1987 年 PMI 公布了第一个项目管理知识体系（Project Management Body of Knowledge, PMBOK），1996 年、2000 年、2004 年、2008 年及 2012 年又分别做了修订。在这个知识体系中，他们把项目的知识划分为 10 个领域，分别是范围管理、时间管理、成本管理、质量管理、人力资源管理、沟通管理、风险管理、采购管理、干系人管理，以及整合管理（如表 11-1 所示），已经得到广泛认可。

国际项目管理协会（IPMA）在项目管理知识体系方面也做出了卓有成效的工作，

IPMA 从 1987 年就着手进行“项目管理人员能力基准”的开发，在 1997 年推出了 ICB (IPMA Competency Baseline)，在这个能力基准中 IPMA 把个人能力划分为 42 个要素，其中包括 28 个核心要素，14 个附加要素，当然还有关于个人素质的 8 大特征及总体印象的 10 个方面。

基于以上两个方面的要求，建立适合我国国情的“中国项目管理知识体系”(Chinese Project Management Body of Knowledge, C-PMBOK)，形成我国项目管理学科和专业的基础；引进“国际项目管理专业资质认证标准”，推动我国项目管理向专业化、职业化方向发展，使我国项目管理专业人员的资质水平能够得到国际上的认可，已成为我国项目管理学科和专业发展的当务之急。

表 11-1 项目管理知识体系 (PMBOK)

知识领域	启动过程组 (2)	规划过程组 (24)	执行过程组 (8)	监控过程组 (11)	收尾过程 组 (2)
整合管理 (6)	制定项目章程	制定项目管理计划	指导与管理项目工作	监控项目工作 实施整体变更控制	结束项目 或阶段
范围管理 (6)		规划范围管理、收集需求、定义范围、创建工作分解结构		确认范围 控制范围	
时间管理 (7)		规划进度管理、定义活动、排列活动顺序、估算活动资源、估算活动持续时间、制定进度计划		控制进度	
成本管理 (4)		规划成本管理、估算成本、制定预算		控制成本	
质量管理 (3)		规划质量管理	实施质量保证	控制质量	
人力资源管理 (4)		规划人力资源管理	组建项目团队、建设项目团队、管理项目团队		
沟通管理 (3)		规划沟通	管理沟通	控制沟通	
干系人管理 (4)	识别干系人	规划干系人管理	管理干系人参与	控制干系人参与	
风险管理 (6)		规划风险管理、识别风险、实施定性风险分析、实施定量风险分析、规划风险应对		控制风险	
采购管理 (4)		规划采购管理	实施采购	控制采购	结束采购



中国项目管理知识体系（C-PMBOK）的研究工作开始于 1993 年，是由中国优选法统筹法与经济数学研究会项目管理研究委员会（PMRC）发起并组织实施的，并于 2001 年 5 月正式推出了中国的项目管理知识体系文件——《中国项目管理知识体系》（C-PMBOK）。

《中国项目管理知识体系》的编写主要是以项目生命周期为基本线索展开的，从项目及项目管理的概念入手，按照项目开发的四个阶段：概念阶段、规划阶段、实施阶段和收尾阶段，分别阐述了每一阶段的主要工作及其相应的知识内容，同时考虑到项目管理过程中所需要的共性知识及其所涉及的方法和工具。基于这一编写思路，C-PMBOK 将项目管理的知识领域共分为 89 个模块，基于此构成中国项目管理知识体系的框架。

由于 C-PMBOK 模块化的特点，在项目管理知识体系的构架上，C-PMBOK 完全适应了按其他线索组织项目管理知识体系的可能性，特别是对于结合行业领域和特殊项目管理领域知识体系的构架非常实用。各应用领域只需根据自身项目管理的特点加入相应的特色模块，就可形成行业领域的项目管理知识体系。

C-PMBOK 把项目管理的内容按过程组织分为 2 个层次、4 个阶段、5 个过程、9 个领域、42 个要素及多个主体，如表 11-2 所示。

表 11-2 中国项目管理知识体系框架

2 项目与项目管理			
2.1 项目		2.2 项目管理	
3 概念阶段	4 规划阶段	5 实施阶段	6 收尾阶段
3.1 一般机会研究	4.1 项目背景描述	5.1 采购规划	6.1 范围确认
3.2 特定项目机会研究	4.2 目标确定	5.2 招标采购的实施	6.2 质量验收
3.3 方案策划	4.3 范围规划	5.3 合同管理基础	6.3 费用决算与审计
3.4 初步可行性研究	4.4 范围定义	5.4 合同履行和收尾	6.4 项目资料与验收
3.5 详细可行性研究	4.5 工作分解	5.5 实施计划	6.5 项目交接与清算
3.6 项目评估	4.6 工作排序	5.6 安全计划	6.6 项目审计
3.7 商业计划书的编写	4.7 工作延续时间估计	5.7 项目进展报告	6.7 项目后评价
	4.8 进度安排	5.8 进度控制	
	4.9 资源计划	5.9 费用控制	
	4.10 费用估计	5.10 质量控制	
	4.11 费用预算	5.11 安全控制	
	4.12 质量计划	5.12 范围变更控制	
	4.13 质量保证	5.13 生产要素管理	
		5.14 现场管理与环境保护	

续表

7 共性知识			
7.1 项目管理组织形式	7.7 企业项目管理	7.13 信息分发	7.19 风险监控
7.2 项目办公室	7.8 企业项目管理组织设计	7.14 风险管理规划	7.20 信息管理
7.3 项目经理	7.9 组织规划	7.15 风险识别	7.21 项目监理
7.4 多项目管理	7.10 团队建设	7.16 风险评估	7.22 行政监督
7.5 目标管理与业务过程	7.11 冲突管理	7.17 风险量化	7.23 新经济项目管理
7.6 绩效评价与人员激励	7.12 沟通规划	7.18 风险应对计划	7.24 法律法规
8 方法和工具			
8.1 要素分层法	8.7 不确定性分析	8.12 工作分解结构	8.17 质量技术文件
8.2 方案比较法	8.8 环境影响评价	8.13 责任矩阵	8.18 并行工程
8.3 资金的时间价值	8.9 项目融资	8.14 网络计划技术	8.19 质量控制的数理
8.4 评价指标体系	8.10 模拟技术	8.15 甘特图	统计方法
8.5 项目财务评价	8.11 里程碑计划	8.16 资源费用曲线	8.20 挣值法
8.6 国民经济评价方法			8.21 有无比较法

项目管理的两个层次主要表现在企业层次和项目层次。从项目的不同主体角度看，涉及业主、各承包商（设计、施工、供应等）、监理和用户。从项目的生命周期角度看，包括概念阶段、开发阶段、实施阶段和收尾阶段。从项目管理的基本过程看，包括启动过程、规划过程、执行过程、监控过程和结束过程。从项目管理的职能领域看，包括范围管理、时间管理、成本管理、质量管理、人力资源管理、风险管理、沟通管理、干系人管理、采购管理和整合管理。

## 11.4 项目管理专业领域

项目管理是管理科学的一个分支，同时又与项目相关的专业技术领域密不可分，项目管理专业领域所涉及的知识极为广泛。目前国际项目管理界普遍认为，项目管理知识体系的知识范畴主要包括三大部分，即项目管理所特有的知识、一般管理的知识及项目相关应用领域的知识。从图 11-2 可以看出，项目管理学科的知识体系与其他学科的知识体系在内容上有所交叉，这也符合学科发展的一般规律。通常，一个学科和专业的知识体系可能包括一些已被其他的学科和专业所包含但仍为本专业人员普遍接受的知识领域。但是，作为一门独立的学科和一个独立的专业，必须有其独特的知识体系，这个知识体系既不是另一专业知识体系的翻版，也不是一些其他专业知识体系内容的简单组合。比较典型的情况是，一个专业的知识体系与其他专业知识体系在内容上有所重叠，但它必须拥有与本专业领域相关的、独特的知识内容。显然，项目管理所特有的知识是项目管理知识体系的核心。

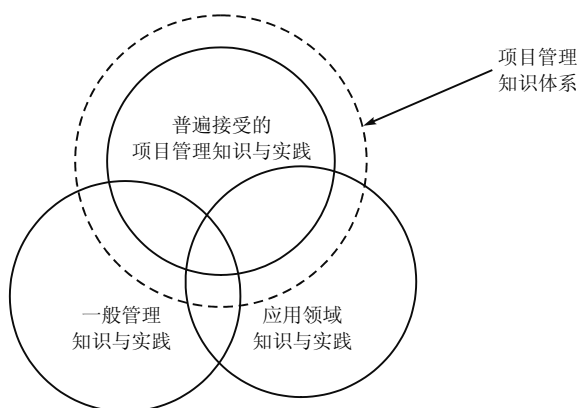


图 11-2 项目管理知识体系知识范畴示意图

PMBOK 把项目管理归纳为 10 大知识领域。

**(1) 项目范围管理：**即为了实现项目的目标，对项目的工作内容进行控制的管理过程。它包括范围的界定，范围的规划，范围的调整等。

**(2) 项目时间管理：**即为了确保项目最终按时完成的一系列管理过程。它包括具体活动界定、活动排序、时间估计、进度安排及时间控制等工作。

**(3) 项目成本管理：**即为了保证完成项目的实际成本、费用不超过预算成本、费用的管理过程。它包括资源的配置，成本、费用的预算以及费用的控制等工作。

**(4) 项目质量管理：**即为了确保项目达到客户所规定的质量要求所实施的一系列管理过程。它包括质量规划，质量控制和质量保证等。

**(5) 人力资源管理：**即为了保证所有项目关系人的能力和积极性都得到最有效的发挥和利用所做的一系列管理措施。它包括组织的规划、团队的建设、人员的选聘和项目的班子建设等一系列工作。

**(6) 项目沟通管理：**即为了确保项目的信息合理收集和传输所需要实施的一系列措施。它包括沟通规划、信息传输和进度报告等。

**(7) 项目风险管理：**即涉及项目可能遇到各种不确定因素。它包括风险识别、风险量化、制订对策和风险控制等。

**(8) 项目采购管理：**即为了从项目实施组织之外获得所需资源或服务所采取的一系列管理措施。它包括采购计划、采购与征购、资源的选择，以及合同的管理等项目工作。

**(9) 项目整合管理：**即指为确保项目各项工作能够有机地协调和配合所展开的综合性和全局性的项目管理工作和过程。它包括项目集成计划的制订、实施，项目变动的总体控制等。

**(10) 项目干系人管理：**识别能影响项目或受项目影响的全部人员、群体或组织，分析干系人对项目的期望和影响，制定合适的管理策略来有效调动干系人参与项目决策和执行。

## 11.5 项目管理与运作管理、战略管理的区别和联系

### 11.5.1 项目管理与运作管理

我们知道，每个项目实际都是有待完成的任务。事实上，现实生活中，任务一般有两种类型，一类是连续不断、周而复始的重复性活动，人们称之为“运营（Operations）”，如企业日常的生产产品的活动；另一类才是所谓的“项目”（Projects），是一次性的活动。

运营在如下四方面有明显的特点。

（1）产生变化且只产生两种类型的变化：产品本身的生产技术过程，以及增加产量、扩大再生产的过程，并通过这两个过程来不断改善其性能。

（2）运营是以一系列混合的经济指标作为工作目标的，各指标的优先级常常是彼此矛盾的，特别是关于时间、费用和质量等方面约束的指标。

（3）运营包含多种资源，通常在某一个经理的指令下通过现有的组织系统进行运作。

（4）运营不是单一的，它们是重复地执行既定的工作任务的。

项目与运营最重要的不同点是一次性、独立性、目标确定性和组织临时性。表 11-3 列出了项目和运作的不同。

表 11-3 项目与运营的比较

项 目	运 营
独一无二	重复的
有限时间	无限时间（相对）
革命性的改变	渐进性的改变
不均衡	均衡
目标之间不均衡	均衡
多变的资源需求	稳定的资源需求
柔性的组织	稳定的组织
效果性	效率性
以完成目标、目的为宗旨	以完成任务、指标为宗旨
风险和不确定性	经验性

总而言之，项目中创新的工作多一些，运营中复制的工作多一些，创新和复制是人类认识自然和改造自然的两大基本活动。

### 11.5.2 项目管理与战略管理

#### 1. 企业的生存发展需要以成功的项目为载体

企业要通过一个个成功的项目来增加利润、扩大规模，进而实现其发展目标。企业

的使命、前景决定企业的战略，但不管企业的战略如何，最终都要通过一个一个的项目实现企业的技术创新或直接带来利润。项目和企业战略的关系可以用图 11-3 来说明。

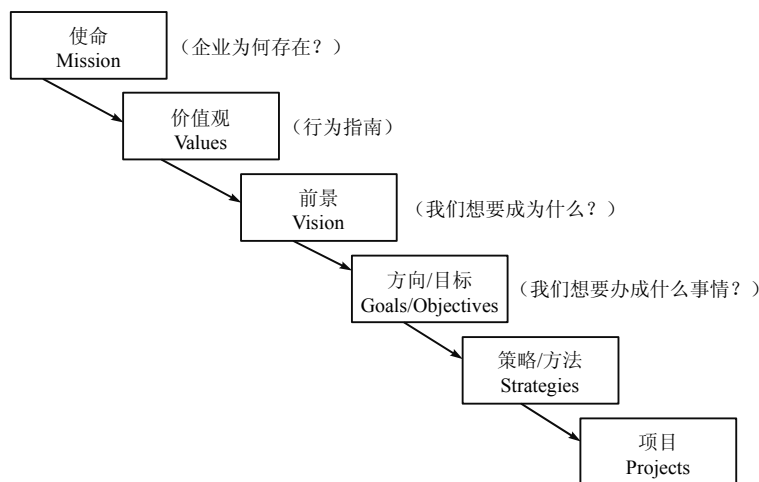


图 11-3 项目与企业战略的关系

## 2. 项目是知识转化为生产力的重要途径

对于采用技术领先型战略的企业来讲，项目是企业把新技术和知识转化为生产力的重要途径。知识经济可以理解为把知识转化为效益的经济。知识经济利用较少的自然资源 and 人力资源，而更重视利用智力资源。知识产生新的创意，形成新的成果（新产品、新服务，甚至是新的产业），带来新的财富（效益、利润和生活质量）。这个过程单靠工业、农业那样的重复和批量生产是无法实现的。换句话说，仅靠劳动生产率已经不能满足创造更多财富的要求，关键在于“知识生产率”。从知识到效益的转化主要依赖项目来实现。知识产生新的创意，形成新的成果，新的成果需要一个项目的启动、策划、实施、经营才能最终变为财富。否则，知识永远是躺在书本上的白纸黑字。由此可见，从知识到效益的转化要依赖于项目来实现，企业买专利、搞预言，最终都需要通过项目实现。可以说，项目是知识经济的一个主要业务手段。

## 3. 项目是满足客户个性化需求的手段

在飞速发展的 IT 行业，一个企业要在激烈的竞争中立于不败之地，要持续发展，就必须持续地拥有客户，需要追求客户的忠诚。而只有得到满意产品和服务的时候，客户才会忠诚。如果一个项目很好地满足了客户的需求，就会有源源不断的客户，甚至产生品牌效应。在需方经济社会里，客户的个性化需求越来越多，满足客户个性化需求对留住客户非常重要，而个性化需求的满足多数时候则需要通过项目来实现。

## 11.6 项目管理与其他学科的关系

在全球范围内，对项目与项目管理的学科探索正在积极进行之中，这些探索有分析性的，也有综合性的，有原理概念性的，也有工具方法性的。例如，针对具体的原理与方法方面的有项目评估、项目可行性研究、项目的风险管理等；针对行业性的如投资项目管理、建设项目管理、核电站项目管理等。有许多专家针对项目管理共性问题出版了现代项目管理基础、现代项目管理学等等，也有专家根据以上论及的项目管理的广义性提出了创建“项目学”的倡议，得到了许多专家的支持。应该说所有这些专业化的探索，也正是项目管理学科逐渐走向成熟的标志。

项目管理之所以能够作为一个独立的学科，是由于项目管理所需要的许多知识、技术、技能和手段是在项目实践中发展起来的，是项目管理学科独有的，或几乎是独有的。例如，项目生命期概念、关键路线法、工作分解结构等，这些是项目管理学科的主体部分。

从事项目管理还需要许多其他领域知识的支持，这些知识主要有两类。一类是一般管理知识，譬如系统科学、行为科学、财务、组织、规划、控制、沟通、激励、领导等。另一类是各种应用领域，例如，软件开发、医药学、工程设计与施工、军事、行政、环境保护、社会改革等。

## 11.7 项目管理师应该具备的技能和素质

2002年9月我国正式颁布了《项目管理师国家职业标准》，该标准规定了项目管理师的四个级别：项目管理员（国家职业资格四级）、助理项目管理师（国家职业资格三级）、项目管理师（国家职业资格二级）、高级项目管理师（国家职业资格一级）。相当于国家职业资格的最高级。

软件项目管理师相当于高级工程师，担任大中型信息系统项目的项目经理是对项目管理师的要求。一个项目能否按照质量要求完成，能否按照计划交付，能否有效地控制成本，项目经理的作用不能忽视，选择合适称职的项目经理成了大多数组织中的难题。那么一个合格的项目管理师需要具备哪些素质和技能呢？

### 11.7.1 德：高尚的品德和奉献精神

项目管理师应有良好的社会道德品质，必须对社会的安全、文明、进步和经济发展负有道德责任。有些投资项目虽然自身的预期经济效益较为可观，但却有可能是建立在牺牲社会利益基础之上的。具有高度社会责任的项目管理师，应该通过项目规划和建议，能将此类项目的社会负效应降低到最低程度，最终保证社会利益、客户利益和自身利益

的统一。

个人行为的道德品质决定着个人行为的方式和原则。项目管理师面对大型复杂的工程项目,控制着巨大的财权和物权,如果项目管理师个人道德品质不纯或不良,很容易出现贪赃枉法、以权谋私的行为。为了挖公填私,项目管理师往往对工程项目进行偷工减料,导致项目最终失败,造成不可挽回的重大损失。可见,好的项目管理师必须要保证自己项目管理班子及项目团队成员严格遵纪守法,坚决抵制和杜绝贪污、挪用公款、逃税、漏税、瞒报等各种不法行为,决不能因小失大,既害自己,又害社会。好的项目管理师还应遵守各种法律、规章和准则,以身作则,树起良好的模范榜样。

优秀的项目管理师会把项目看成其人生的一座座丰碑,把项目的成败看得跟生命一样重要。

### 11.7.2 识: 思维敏捷的见识和敢于创新的胆识

由于项目的一次性特点,使项目不可能有完全相同的以往经验可以参照,加上激烈的市场竞争,项目管理师必须具备一定的创新能力。曾任美国心理学学会主席的吉尔福特指出创新思维包括以下 5 个方面:

- (1) 对问题的敏感性;
- (2) 思维的流畅性;
- (3) 思维的灵活性;
- (4) 发挥创见的 ability;
- (5) 对问题的重新认识能力。

创新能力一方面要求项目管理师在思维能力上创新,另一方面还要求项目管理师要敢于突破传统的束缚。传统的束缚主要表现在社会障碍和思想方法障碍。所谓社会障碍是指一些人会自觉或不自觉地向社会上占统治地位的观点看齐,这些观点和风尚已经进入管理者的经验之中。如果完全被已有框框束缚住,真正的创新是不可能的。所谓思想方法的障碍是指思想上的片面性和局限性。

### 11.7.3 能: 组织才能和管理能力

所谓管理能力就是把知识和经验有机地结合起来运用于项目管理的本领。对于项目管理师而言,知识和经验固然重要,但是归根到底还是要靠能力。作为项目管理师应该具有娴熟的管理能力,主要有:

**(1) 决策能力。**项目从开始到结束会出现各种各样的问题,如项目的确定、方案的选择等。问题的解决就是一个决策过程,包括:与解决问题相关的情报活动,设计解决问题的方案,评价与选择方案并利用选择的方案去实施问题解决的过程。由于在项目会有各种各样的决策问题要求用不同的决策方法去解决,因此项目管理师必须有很强

的决策能力。

**（2）计划能力。**计划对任何工作的重要性已经人所共知了。项目与项目管理也一样，要在一定的约束下达到项目的目标，这就要求必须有细致周密的计划，对项目从开始到结束的全过程做一个系统的安排。而计划的制订是在项目管理师的领导和参与下进行的。项目管理师应了解并学会计划制订的方法和步骤。同时项目管理师还必须懂得如何运用计划去指导项目工作，即不仅会计划，还会控制。

**（3）组织能力。**组织能力是指设计团队的组织结构，配备团队成员，以及确定团队工作规范的能力。显然，拥有较高组织能力的项目管理师一方面能建立起科学的、分工合理的、高效精干的组织结构；另一方面能了解团队成员的心理需要，善于做人的工作，使参加项目的成员为实现项目目标而积极主动地工作，同时还能够建立一整套保证团队正常运行的有效规范。

**（4）协调能力。**协调能力是指能正确处理项目内外各方面关系，解决各方面矛盾的能力。一方面要有较强的协调团队中各部门、各成员的关系的能力，全面实施目标；另一方面要具备协调项目与社会各方面关系的能力，尽可能地为项目的运行创造有利的外部环境，减少或避免各种不利因素对项目的影 响，争取项目得到最大范围的支持。在协调活动中，对项目管理师最为重要的是沟通能力和影响能力。

**（5）激励能力。**激励能力就是调动团队成员积极性的能力。项目团队成员有其自身的需求，项目管理师要进行需求分析，制订并实施系统的激励与约束制度，对员工的需求进行管理，调动团队成员的工作积极性，从而有效地完成团队任务。

**（6）人际交往能力。**人际交往能力就是与团队内外、上下，以及周围人员打交道的能力。项目管理师在工作中要与各种各样的人打交道，只有正确处理了与这些人的关系才能使项目顺利进行。人际交往能力对项目管理师而言是特别重要的。人际交往能力强，待人技巧高的项目管理师，会赢得团队成员的欢迎，形成融洽的关系，从而有利于项目的进行，为团队在外界树立起良好的形象，赢得对项目更多的有利因素。

#### 11.7.4 知：知识水平和知识结构

要对项目进行有效的管理，就必须懂得项目及与项目管理相关的理论知识。

首先，项目管理师是项目管理者，他要具备系统的项目管理理论知识。成熟且已经成为一门学科的项目管理为这些人提供了完善的项目管理理论知识体系。

其次，项目管理师是相关行业（或项目类型）的专家，一些大型复杂的工程项目，其工艺、技术、设备的专业性要求很强，对项目管理师的要求也就更高。作为项目实施的最高决策人的项目管理师，如果不懂技术，无法决策，就无法按照工程项目的工艺流程在施工阶段组织实施，更难以鉴别项目计划、工具设备，以及技术方案的优劣，从而对项目实施中的重大技术决策问题就没有自己的见解，没有发言权。不懂专业技术往往是导致项目管理师失败的主要原因之一。项目管理师如果自己缺少基本的专业知识，要



对大量错综复杂的专业性任务进行计划、组织和协调将十分困难。在沟通交流中,项目的有关当事人经常用到一些专业知识和术语,如果项目管理师不具备一定的专业知识,沟通也是困难的,更不用说做出正确的决策了。由于项目管理师要对项目负全面的责任,一般并不需要亲自去做一些较为具体的工作,在知识深度方面也并不刻意要求越深越好,但是知识的全面性及广度是必需的。正因为如此,项目管理师这种复合型人才非常稀缺,同样因此,项目管理师只能从项目实践中锻炼出来,不是学校上课能培养出来的。

信息系统项目管理师要全面了解 IT 基本知识,掌握最新网络设备、软件架构方式,这种熟悉程度和项目组中其他成员的侧重点不同,项目管理师指要求全面知道而非技术人员的细节掌握。

第三,行业知识。IT 行业已逐步渗透到我国第一、第二、第三产业,以及社会生活的各个领域,有效地推动了产业结构调整,促进了产业技术改造,提高了人们的生活质量,为产业发展和整个社会生活带来了革命性的变化。IT 项目不是空中楼阁,由于它们都是为某一行业客户服务的,所以项目经理必须了解客户的业务,即要有行业知识。

### 11.7.5 体: 强健的身体和豁达、冷静的性格

项目管理是在一定的约束下要达到项目的目标,它的工作负荷要求项目管理师要有相应的身体素质。例如,一个复杂的大规模的项目,从项目计划的制订、执行过程中冲突的解决,直到项目的最终完成,所有这些工作都需要管理师参与,这样大的工作负荷没有健康的体格是不行的。健康的身体素质不仅指生理素质,也指心理素质,一般项目管理师应该性格开朗,能与各种人交往;不能过于内向,应该胸襟豁达,易于同各方人士相处;应该有坚定的意志,能经受挫折和暂时的失败;应该既有主见,不优柔寡断,能果断行事,又遇事沉着、冷静,不冲动,不盲从;要既有灵活性和应变能力,又不失原则,不固执,不钻牛角尖等。自然,金无足赤,人无完人,尤其对人的性格不能过于苛求。

## 11.8 项目管理环境

项目管理师必须了解社会经济的现状和发展趋势,由于这些可能会对他们的项目产生重要的影响:社会经济中一个很小的变化在经过一段时滞以后都有可能造成项目的重大变化,我们在许多潜在的社会经济影响中选择介绍几类经常影响项目的因素。如某家摩托车厂商正在投资开发一款轻便女用摩托车,项目启动不久,却发现市场上大量的电动自行车出现,骑电动自行车上班成为女性上班族的新选择,该项目如果坚持做下去命运自不待言。所以,项目管理师要关注并管理以下项目环境的变化。

(1) **物理环境和生态环境。**项目的实施必须对社会的安全、文明、进步和经济发

展负有社会责任。有些项目从投资回报角度看经济效益较为可观，但却可能牺牲社会利益或破坏环境。如某一客户欲委托项目经理在风景区投资兴建一稀有金属的开采项目，该自然风景区中此种稀有金属含量很多，国内外市场奇缺，有着广阔的市场前景，该项目的投建势必有很高的经济效益。但是从社会的利益、公众的角度考虑，该项目的投建必然破坏风景区的整体效果，必然要造成环境污染、生态环境的破坏。

项目经理要有职业道德，项目对环境和生态造成可能的危害要及早论证，尽可能避免或降到最低。

**（2）法律、法规和标准。**项目首先不能违反有关法律、法规的要求，不做违章项目。对许多项目而言，对有关标准和规定（无论是如何定义的）的充分了解会在项目结果中体现出来，在另外的一些情况下，这种影响是看不见的或是不确定的，这必须在项目风险管理中加以注意。

**（3）适应国际化环境。**由于越来越多的组织从事的工作跨越了国界，因此越来越多的项目也是跨越国界的。除了对项目范围、成本、时间和质量的考虑外，项目工作组也必须考虑时区不同的影响、国家和民族的节日，为了面谈所需的旅行需要，电话会谈的服务工作及易变的政治分歧。

**（4）文化影响。**文化是“大众行为模式、艺术、信仰、风俗习惯及其他人类工作和思想成果的总称”，每个项目都是在一种或多种文化形式的背景下运行的，文化影响的领域包括政治、经济、人口统计、教育、道德、种族、家教，以及习俗、信仰和态度，这一切影响着个人及组织相互作用的方式。

# 第 12 章 项目生命周期和组织

因为项目具有一次性的特点，所以包含一定程度的不确定性。项目的组织目的性很强，项目组织存在于项目生命周期中，组织在实施项目时通常会将每个项目分解为几个项目阶段，以便更好地管理和控制，并且将执行组织正进行的工程与整个项目更好地连接起来。本章重点分析项目的生命周期和项目的组织。

## 12.1 项目生命周期

总的来看，项目的各个阶段构成项目的整个生命周期。每个项目阶段都以一个或一个以上的工作成果的完成作为标志，这种工作成果是有形的、可鉴定的，如一份可行性研究报告、一份详尽的设计图或一个工作模型。这些中间过程，以至项目的各阶段都是总体逻辑顺序安排的一部分，制订这种逻辑顺序是为了确保我们能够正确地界定项目的产品。

一个项目阶段的结束通常以对关键的工作成果和项目实施情况的回顾为标志，做这样的回顾有两个目的：

- (1) 决定该项目是否进入下一个阶段；
- (2) 尽可能以较小的代价查明和纠正错误。这些阶段末的回顾常被称为阶段出口、进阶之门或是关键点。

项目的生命周期划分方法可以非常灵活，不同类型、不同组织的项目生命周期管理都不相同，但大致原理一样。一般来说，项目的生命周期有几个基本的阶段：概念阶段（Conception Phase）、开发阶段（Development Phase）、实施阶段（Execute Phase），以及结束阶段（Finish Phase）。项目在不同阶段，其管理的内容也不相同。

### 1. C-概念阶段

提出并论证项目是否可行。很多大的软件研发公司都有产品预研部专门负责新产品的预研，预研工作包括需求的收集、项目策划、可行性研究、风险评估，以及制作项目建议书等工作。这个阶段需要投入的人力、物力不多，但对后期的影响很大。概念阶段的重要性可以用一句话概括：一个有价值的需求被策划成项目得以实现，无疑可以取得很好的经济效益，而一个价值不大的项目被及时中止，却可以减少企业的直接损失。很

多企业更重视后者，如 IBM 公司、华为公司采用的集成产品开发（Integrated Product Development, IPD）项目管理模式，取得的最显著的成效之一就是花费在中途废止项目上的费用明显减少。一般的招标项目，概念阶段的大部分工作已经由业主完成了。

## 2. D-开发阶段

对可行项目做好开工前的人、财、物及一切软硬件准备，是对项目的总体策划。开发阶段是项目成功实施的重要保证，其主要任务是对项目任务和资源进行详尽计划和配置，包括定范围和目标，确立项目组主要成员，确立技术路线，工作分解，确定主计划、专项计划（费用、质量保证、风险控制、沟通）等工作。在项目管理实践中，策划工作不到位是我国项目管理水平低下的根本原因。在软件开发行业，我们一直呼唤系统分析师、架构师和 IT 蓝领，却不能真正实现软件开发项目中工作完全按层次分开。一个很重要的原因是我国软件行业高层设计人员还达不到应有的策划和设计水平，以至于底层的开发人员还要担负一定的设计任务。这一点和中西方文化差异有关系，中国人习惯定式的、粗放式的工作，这不仅仅表现在做项目上。我们要善于运用其他方面优势（如团队默契）来弥补这一缺点。

## 3. E-实施阶段

按项目计划实施项目的工作。实施阶段是项目生命周期中时间最长、完成的工作量最大、资源消耗最多的阶段。这个阶段要根据项目的工作分解结构（WBS）和网络计划来组织协调，确保各项任务保质量、按时间完成。指导、监督、预测、控制是这一时期的管理重点。实施阶段需要项目管理者能够现场管理；及时发现问题并做出决策；及时化解各项任务 and 各个成员间的冲突，解决矛盾；及时解决项目实施困难，疏通渠道。由于这个阶段的管理工作需要底层管理者完成，所以管理者和项目组人员需要高度的目标认同感。

## 4. F-结束阶段

项目结束的有关工作，是完成项目的工作，最终产品成型。项目组织者要对项目进行财务清算、文档总结、评估验收、最终交付客户使用和对项目总结评价。结束阶段的工作不多但很重要，由于一个项目成功的经验能够得到保持和发扬，失败的教训能够避免，对后续项目会产生很好的影响。前面讲的中国人在项目策划和团队默契度上欠缺都需要通过深入的项目总结和评价。

图 12-1 是从项目生命周期的角度，对项目的 C、D、E、F 四个阶段工作内容的概括描述。

项目生命周期的划分方法很多，各个过程通常不是独立的，而是相互关联，相互依赖的。PMBOK 项目生命周期的各个过程之间的相互重叠关系如图 12-2 所示。

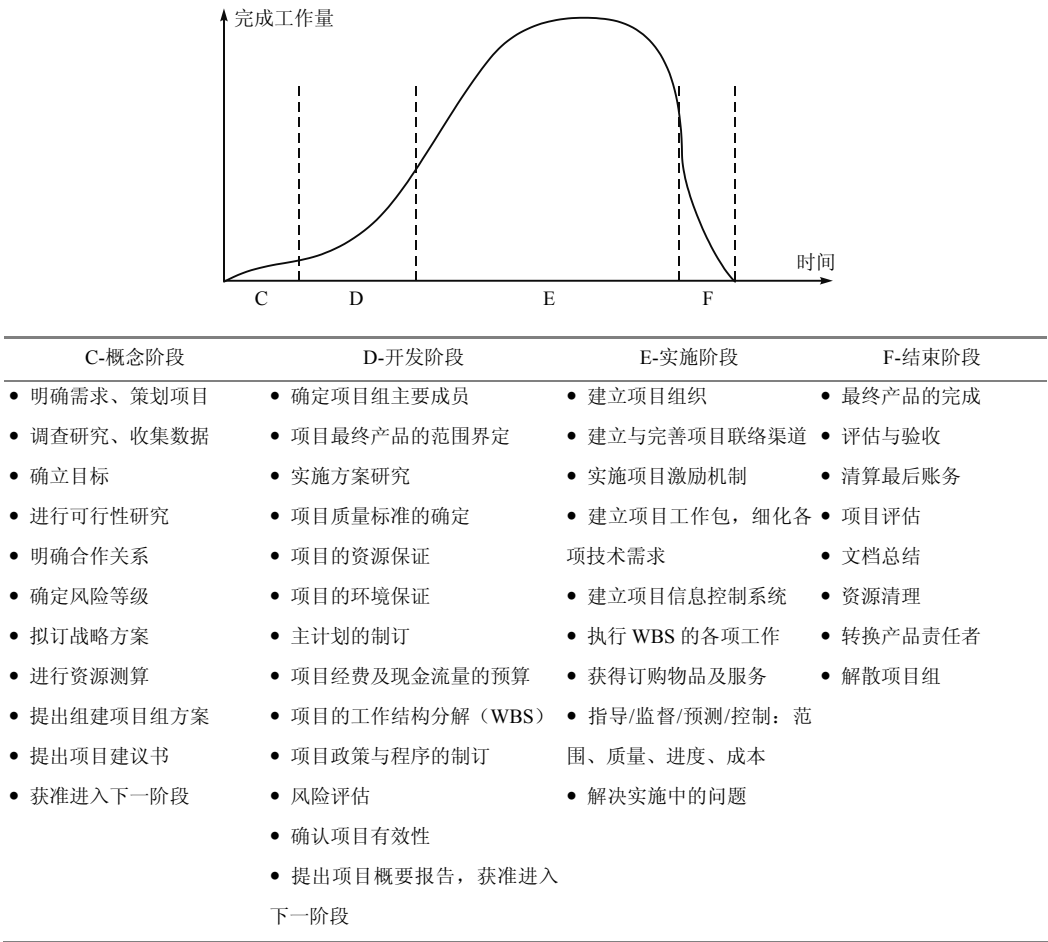


图 12-1 典型的项目生命周期及其主要工作

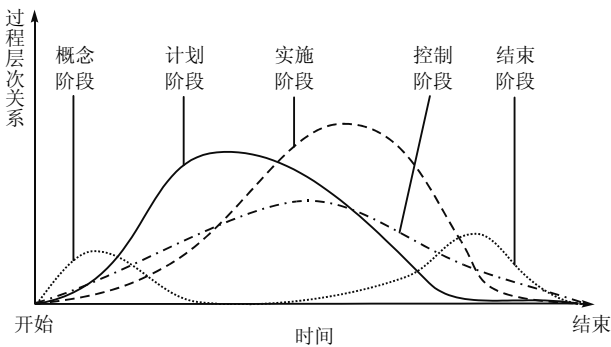


图 12-2 项目生命周期中各个过程之间的重叠关系

集成产品开发（Integrated Product Development，IPD）体系把产品开发项目的生命周期定义为 6 个阶段：概念阶段、计划阶段、开发阶段、验证阶段、发布阶段，以及产

品的生命周期阶段，如图 12-3 所示。IPD 的思想来源于美国 PRTM 公司出版的《产品及生命周期优化法》（*Product And Cycle-time Excellence*）一书，该书中详细描述了这种新的产品开发模式所包含的各个方面。

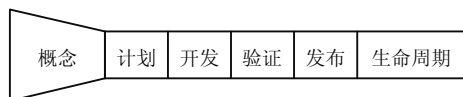


图 12-3 IPD 产品开发项目生命周期定义

## 12.2 项目干系人和项目团队

### 12.2.1 项目干系人

项目干系人包括项目当事人，以及其利益受该项目影响的（受益或受损）个人和组织，也可以把他们称为项目的利害关系者。项目管理队伍必须识别项目干系人，确定他们的需求和期望，然后对这些期望进行管理并施加影响，以确保项目的成功。

对所有项目而言，主要的项目干系人包括：项目经理、用户、项目执行组织、项目发起者。

- **项目经理**。负责管理项目的个人。
- **用户**。使用项目成果的个人或组织。用户可能是多层次、多方面的。比如，盖一个商场，将来可能在商场购物的群众都是该项目的干系人。
- **项目执行组织**。项目组成员，直接实施项目的各项工作，包括可能影响他们工作投入的其他社会人员。
- **项目发起者（Sponsor）**。执行组织内部或外部的个人或团体，他们以现金和实物的形式为项目提供资金资源。

除以上这些项目干系人之外，还有许多不同种类和不同名称的项目干系人——内部和外部的、业主和资金提供者、供应商和承包商、项目队伍成员及其家庭成员、政府代理和媒体、市民个人、临时性或永久性的游说组织，以及整个社会。对项目干系人命名并进行分类的主要目的是识别出哪些个人或组织为项目干系人。项目干系人的角色和职责可能会有交叉，例如，一个工程公司为自己设计的工厂提供资金。

管理项目干系人的各种期望有时比较困难。这是因为各个项目干系人常有不同的目标，这些目标可能会发生冲突。例如，对于一个需要新管理信息系统的部门，部门领导可能要求低成本，而系统设计者则可能强调技术最好，而编制程序的承包商最感兴趣的是获得最大利润。

项目一开始，项目的干系人就以各自不同的方式不断地给项目组施加压力或侧面影响，企图让项目向有利于自己的方向发展。如前所述，由于项目干系人之间的利益往往

相互矛盾,项目经理又不可能面面俱到,所以,项目管理中最重要的就是平衡(Balance),平衡各方利益关系,尽可能消除项目干系人对项目的不利影响。

一般来说,解决项目干系人之间期望的不同应以如何对客户有利为原则,但这并不意味着不考虑其他项目干系人的需求和期望。对项目管理而言,找到合理的解决方案来满足不同方面的需求是一种最大的挑战。

在项目实施中,由于越到后期修改的代价越大,所以项目干系人对项目的影响会随着项目的推进而逐渐减小,项目干系人对项目的影响和更改的代价随时间的改变关系如图 12-4 所示。

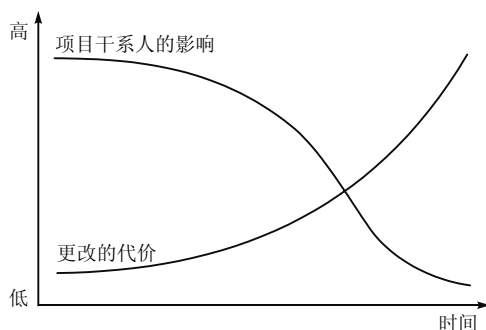


图 12-4 更改的代价、项目干系人的影响与时间的关系

## 12.2.2 项目团队

### 1. 项目团队的特点

就如项目本身的独特性一样,没有哪两个项目团队会一模一样。但是,项目团队能否有效地开展项目管理活动,主要体现在 5 个方面。

**(1) 共同的目标。**每个组织都有自己的目标,项目团队也不例外。正是在目标的感召下,项目队员凝集在一起,并为之共同奋斗。对于一个项目,为使项目团队工作有成效,就必须明确目的和目标,并且每个团队成员必须对要实现的项目目标及其带来的收益有共同的思考。这是因为成员在项目里扮多种角色,做多种工作,还要完成多项任务,而任务的确定要以明确目标和了解相互关系为基础。项目团队有一个共同憧憬,这是团队之所以存在的主观原因。项目团队有着明确的目标,这一目标是共同憧憬在客观环境中的具体化,并随着环境的变化而有着相应的调整,但每个队员也都了解它,认同它,都认为共同目标的实现是达到共同憧憬的最有效途径。共同憧憬和共同目标包容了个人憧憬与个人目标,充分体现了个人的意志与利益,并且具有足够的吸引力,能够引发团队成员的激情。

**(2) 合理分工与协作。**每个成员都应该明确自己的角色、权力、任务和职责,在目标明确之后,必须明确各个成员之间的相互关系。如果每个人彼此隔绝,大家都埋头

做自己的事情，就不会形成一个真正的团队。由于每个人的行动都会影响到其他人的工作，因此团队成员都需要了解为实现项目目标而必须做的工作及其相互间的关系。项目团队在建立初期，在团队成员的参与下花一定的时间明确项目目标和成员间的相互关系，可以在以后项目执行过程中少花许多时间和精力去处理各种误解。

**（3）高度的凝聚力。**凝聚力指成员在项目内的团结，以及吸引力、向心力，也是维持项目团队正常运转的所有成员之间的相互吸引力。团队对成员的吸引力越强，队员坚守规范的可能性越大。一个有成效的项目团队，必定是一个有高度凝聚力的团队，它能使团队成员积极热情地为项目成功付出必要的时间和努力。影响团队凝聚力的因素有：

- 团队成员的共同利益、共同目标；
- 团队的大小、团队内部相互交往、相互合作，团队规模越小，那么彼此交往与互用的机会就越多，就越容易产生凝聚力；
- 经常性的沟通可以提高团队的凝聚力；
- 项目目标的压力越大，越可以增强团队的凝聚力；
- 团队凝聚力的大小随着团队成员需求满足的增加而加强，可见，在形成一个项目团队时，项目经理需要为最大限度地满足个别需要提供保障。

**（4）团队成员相互信任。**成功团队重要的另一个特征就是信任，一个团队的能力大小受到团队内部成员相互信任程度的影响。在一个有成效的团队里，成员会相互关心，承认彼此存在的差异，信任其他人所做的和所要做的事情。在任何团队工作，都有不同意见，要鼓励团队成员将其自由地表达出来，不怕打击报复地提出一些可能产生争议或冲突的问题。项目经理应该认识到这一点，并努力实现这一点，即在团队建立之初就应当树立信任关系。通过委任、公开交流、自由交换意见来推进彼此之间的信任。

**（5）有效的沟通。**高效的项目团队还需具有高效沟通的能力。项目团队必须装备有先进的信息技术系统与通信网络，以满足团队的高效沟通。只有团队拥有全方位、各种各样、正式的和非正式的信息沟通渠道，才能保证沟通直接、高效，层次少，无官僚习气，实现信息基本无延滞。团队应擅长运用会议、座谈等直接的沟通形式。沟通不仅是信息的沟通，更重要的是情感上的沟通，每个队员不仅具有很好的交际能力，而且拥有很高的情绪商数，团队内要充满同情心和融洽的情感。项目团队具有开放、坦诚的沟通气氛，队员在团队会议中能充分沟通意见，倾听、接纳其他队员的意见，并经常能得到有效的反馈。

## 2. 项目团队的发展阶段

一个项目团队从开始到终止，是一个不断成长和变化的过程，这个发展过程可以描述为四个时期：形成期、震荡期、正规期、表现期。几乎所有的项目都经历过大家被召集到一起的形成期，这是一个短暂的时期，很快进入震荡期，这时成员之间互相还不了解，时常感到困惑，有时甚至会产生敌对心理。接下来在强有力的领导下，团队的工作方式在正规期得以统一。随后团队以最大成效开展工作，直至项目结束，项目团队解散。



项目团队各阶段的团队精神、工作绩效和调控力度，如图 12-5 所示。

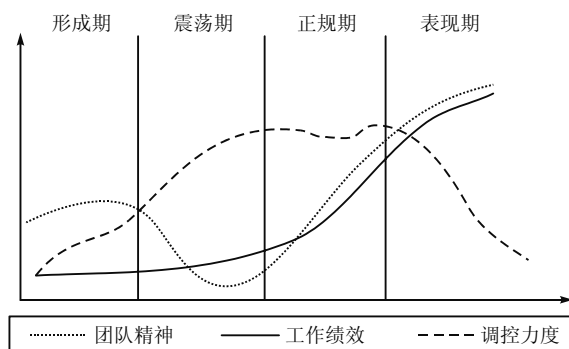


图 12-5 项目团队各阶段的团队精神、工作绩效和调控力度

**（1）形成期。**由于任何项目在形成期总是带着一点试验性质的，因而一个团队环境就成为新思想、新方案绝佳的试验场。每个方案都应当仔细检验，给予它们公平的争取成功的机会。大量的团队工作是在有关怎样尽早发现错误和怎样能在不引起恼火和责难的情况下改正错误的问题中展开的。如何对待失败的方案是团队在“组建期到成效期”的发展过程中应当学习的一步。在团队发展的不同阶段，需要有不同的方案。

在形成期，团队成员从原来不同的组织调集在一起，大家开始互相认识，这一时期的特征是队员们既兴奋又焦虑，而且还有一种主人翁感，他们必须在承担风险前相互熟悉。一方面，团队成员收集有关项目的信息，试图弄清项目是干什么的和自己应该做些什么。另一方面，团队成员谨慎地研究和学习适宜的举止行为。他们从项目经理处寻找或相互了解，以期找到属于自己的角色。

当成员了解并认识到有关团队的基本情况，就为自己找到了一个有用的角色，并且有了自己作为团队不可缺少的一部分意识，当团队成员感到他们已属于项目时，他们就会承担起团队的任务，并确定自己在完成这一任务中的参与程度。当解决了定位问题后，团队成员就不会感到茫然而不知所措，从而有助于其他各种关系的建立。

**（2）震荡期。**团队发展的第二阶段是震荡期。团队形成之后，队员们已经明确了项目的工作，以及各自的职责，于是开始执行分配到的任务。在实际工作中，各方面的问题逐渐显露出来，这预示着震荡期的来临。由于现实可能与当初的期望发生较大的偏离，因此队员们可能会消极地对待项目工作和项目经理。在此阶段，工作气氛趋于紧张，问题逐渐暴露，团队士气较形成期明显下沉。

团队的冲突和不和谐是这个阶段的一个显著特点。成员之间由于立场、观念、方法、行为等方面的差异而产生各种冲突，人际关系陷入紧张局面，甚至出现敌视、对抗情绪，以及出现向领导者挑战的情形。冲突可能发生在领导与个别团队队员之间，领导与整个团队之间，以及团队成员相互之间。这些冲突可能是情感上的，或是与事实有关的，或是建设性的，或是破坏性的，或是争辩性的，或是隐瞒的。不管怎样，应当力图采用理

性的、无偏见的态度来解决团队成员之间的争端，而不应当采用情感化的态度。

在这一时期，团队队员与周围的环境之间也会产生不和谐，如队员与项目技术系统之间的不协调，团队队员可能对项目采用的信息技术系统不熟悉，经常出差错。另外，项目在运行过程中，与项目外其他部门要发生各种各样的关系，也会产生各种各样的矛盾冲突，这需要进行很好的协调。

**（3）正规期。**经受了磨合期的考验，团队成员之间、团队与项目经理之间的关系已经确立好了。绝大部分个人矛盾已得到解决。总的来说，这一阶段的矛盾程度要低于磨合时期。同时，随着个人期望与现实情形，即要做的工作、可用的资源、限制条件、其他参与的人员逐渐统一，队员的不满情绪也就减少了。项目团队接受了这个工作环境，项目规程得以改进和规范化。控制及决策权从项目经理移交给了项目团队，凝聚力开始形成，有了团队的感觉，每个人觉得他是团队的一员，他们也接受其他成员作为团队的一部分。每个成员为取得项目目标所做的贡献得到认同和赞赏。

这一阶段，随着成员之间开始相互信任，团队的信任得以发展。大量地交流信息、观点和感情，合作意识增强，团队成员互相交换看法，并感觉到他们可以自由地、建设性地表达他们的情绪及评论意见。团队经过这个社会化的过程后，建立了忠诚和友谊，也有可能建立超出工作范围的友谊。

**（4）表现期。**经过前一阶段，团队确立了行为规范和工作方式。项目团队积极工作，急于实现项目目标。这一阶段的工作绩效很高，团队有集体感和荣誉感，信心十足。项目团队能开放、坦诚、及时地进行沟通。在这一阶段，团队根据实际需要，以团队、个人或临时小组的方式进行工作，团队相互依赖度高。他们经常合作，并在自己的工作任务外尽力相互帮助。团队能感觉到高度授权，如果出现问题，就由适当的团队成员组成临时小组，解决问题，并决定如何实施方案。随着工作的进展并得到表扬，团队获得满足感。个体成员会意识到为项目工作的结果是他们正获得职业上的发展。

相互的理解、高效的沟通、密切的配合、充分的授权，这些宽松的环境加上队员们的工作激情使得这一阶段容易取得较大成绩，实现项目的创新。团队精神和集体的合力在这一阶段得到了充分的体现，每位队员在这一阶段的工作和学习中都取得了长足的进步和巨大的发展，这是一个  $1+1>2$  的阶段。

### 3. 项目团队建设

团队建设——把一组人员组织起来实现项目目标是一个持续不断的过程，它是项目经理和项目团队的共同职责。团队建设能创造一种开放和自信的气氛，成员有统一感，强烈希望为实现项目目标做出贡献。

使团队成员社会化会促进团队建设，团队成员之间相互了解越深入，团队会建设得越出色。项目经理要确保个体成员能经常相互交流沟通，并为促进团队成员间的社会化创造条件。团队成员也要努力创造出这样的条件。

项目团队可以要求团队成员在项目过程期间，被安排在同一个人工办公环境下进行工

作。当团队成员被安排到一起时，他们就会有許多机会走到彼此的办公室或工作区进行交谈。同样，他们也会在如走廊这样的公共场所经常碰面，从而有机会在一起交谈。虽然谈论未必总是围绕工作，但是团队成员很有必要在不引起反感的情况下，了解彼此的个人情况。项目过程中会建立起许多个人的友谊。安排整个团队在一起工作，就不会出现因为团队一部分成员在大楼或工厂的不同地方工作而产生“我们对他们”的思想。这种情形会导致项目团队成为一些小组，而非一个实际的团队。

项目团队可以举办社交活动庆祝项目工作中的事件。例如，取得重要的阶段成果——系统通过测试或与客户的设计评审会成功，也可以是为放松压力而定期举办的活动。团队为促进社会化和团队建设，可以组织各种活动。例如，下班后的比萨聚会，会议室的便餐，周末家庭野餐，观看一场体育活动或剧院演出等，一定要让团队中每个人都参加这类活动。也许有些成员无法参加，但一定要邀请到每个人，并鼓励他们参加。团队成员要利用这个机会，尽量与更多的其他团队成员（包括参加活动的家庭成员）相互结识，增进了解。一个基本规律是人们都试图与不太熟悉的人在一起聊天，提出一些问题，听他谈论，发现共同兴趣。要尽量避免让人们形成几个人组成的小团体，在每次活动中老是聚集在一起。参加社会化活动，不仅有助于培养起忠诚友好的情感，也能使团队成员在项目中更容易进行开放、坦诚的交流沟通。

除了组织社交活动外，团队还可以定期召开团队会议。相对项目会议而言，团队会议的目的是广泛讨论下面这些类似问题：作为一个团队，我们该怎样工作？有哪些因素妨碍团队工作（比如像工作规程、资源利用的先后次序或沟通）？我们如何克服这些障碍？我们怎样改进团队工作？如果项目经理参加团队会议，对他（她）应一视同仁。团队成员不应向经理寻求解答，经理也不能利用职权，否决团队的共识。因为这是团队会议，而不是项目会议，只讨论与团队相关的问题而与项目无关。

## 12.3 项目组织形式

组织是一切管理活动取得成功的基础，项目管理作为一种新型的管理方式，其组织结构与传统的组织结构有相同之处，但是由于项目本身的特性，决定了项目实施过程中其组织管理又有特殊之处。项目管理与传统组织管理的最大区别之处在于项目管理更强调项目负责人的作用，强调团队的协作精神，其组织形式具有更大的灵活性和柔性。

项目管理组织是指为了完成某个特定的项目任务而由不同部门、不同专业的人员所组成的一个特别工作组织，它不受既存的职能组织构造的束缚，也不能代替各种职能组织的职能活动。

如美国项目管理协会认为，项目是一种被承办的旨在创造某种独特产品或服务的临时性努力。也就是说，包括人在内的一切资源聚合在一起是为了完成项目独特的目的，那么为了有效地实现项目目的就必须建立项目组织。一般组织的特征及设计原则同样适

用于项目组织，只是必须同时反映项目工作的特征。实际中存在多种项目组织形式，没有证据证明有一个最佳的组织形式，因为每一种组织形式有各自的优点与缺点，有其适用的场合。因此人们在进行项目组织设计时，要采取具体问题具体分析的方法，选择适合的，满意的组织形式。

一般项目的组织形式有职能式、项目单列式和矩阵式等几种形式。

### 12.3.1 职能式项目组织形式

职能式项目组织形式是指企业按职能，以及职能的相似性来划分部门，如一般企业要生产市场需要的产品必须具有计划、采购、生产、营销、财务、人事等职能，那么企业在设置组织部门时，按照职能的相似性将所有计划工作及相应人员归为计划部门，从事营销的人员归为营销部门等。于是企业便有了计划、采购、生产、营销、财务、人事等部门。

采用职能式项目组织形式的企业在进行项目工作时，各职能部门根据项目的需要承担本职能范围内的工作，也就是说企业主管根据项目任务需要从各职能部门抽调人员及其他资源组成项目实施组织，如要开发新产品就可能从营销、设计及生产部门各抽调一定数量的人员形成开发小组。然而这样的项目实施组织界限并不十分明确，小组成员完成项目中需本职能完成的任务，同时他们并没有脱离原来的职能部门，而项目实施的工作多属于兼职工作性质。这样的项目实施组织的另一特点是没有明确的项目主管或项目经理，项目中各种职能的协调只能由处于职能部门顶部的部门主管或经理来协调。例如，上述开发新产品项目，若营销人员与设计人员发生矛盾，只能由营销部门经理与设计部门经理来协调处理，同样各部门调拨给项目实施组织的人员及资源也只能由各部门主管决定。职能式项目组织结构如图 12-6 所示。

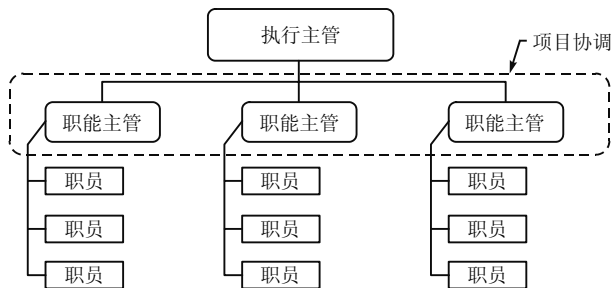


图 12-6 职能式项目组织结构示意图

职能式项目组织的优点主要有 3 个。

(1) **有利于企业技术水平的提升。**由于职能式组织是以职能的相似性而划分部门的，同一部门人员可以交流经验及共同研究，有利于专业人才专心致志钻研本专业领域

理论知识,有利于积累经验与提高业务水平。同时这种结构为项目实施提供了强大的技术支持,当项目遇到困难之时,问题所属职能部门可以联合攻关。

(2) **资源利用的灵活性与低成本。**由于职能组织形式项目实施组织中的人员或其他资源仍归职能部门领导,因此职能部门可以根据需要分配所需资源,而当某人从某项目退出或闲置时,部门主管可以安排他到另一个项目去工作,可以降低人员及资源的闲置成本。

(3) **有利于从整体协调企业活动。**由于每个部门或部门主管只能承担项目中本职能范围的责任,并不承担最终成果的责任,然而每个部门主管都直接向企业主管负责,因此要求企业主管要从企业全局出发进行协调与控制。也因此有学者说这种组织形式“提供了在上层加强控制的手段”。

职能式项目组织的缺点主要有两个。

(1) **协调难度大。**项目实施组织没有明确的项目经理,而每个职能部门由于职能的差异性及本部门的局部利益,容易从本部门的角度去考虑问题,因此当发生部门间的冲突时,部门经理之间很难进行协调。这会严重影响企业整体目标的实现。

(2) **项目组成员责任淡化。**由于项目实施组织只是临时从职能部门抽调出来的,有时工作的重心还在职能部门,因此很难树立积极承担项目责任的认识。尽管说在职能范围内承担相应责任,然而项目是由各部门组成的有机系统,必须要有人对项目总体承担责任,这种职能式组织形式不能保证项目责任的完全落实。

### 12.3.2 项目单列式组织形式

项目单列式组织形式是按项目来划归所有资源,即每个项目有完成项目任务所必需的所有资源,每个项目实施组织有明确的项目经理,也就是每个项目的负责人,对上直接接受企业主管或大项目经理领导,对下负责本项目资源的运用以完成项目任务。每个项目组之间相对独立。项目单列式组织结构如图 12-7 所示。

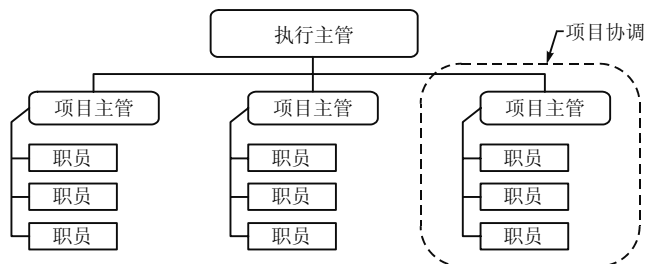


图 12-7 项目单列式组织结构示意图

如某企业有 A、B、C 三个项目,企业主管则按项目 A、B、C 的需要获取并分配人员及其他资源,形成三个独立的项目组 A、项目组 B、项目组 C,项目结束以后项目

组随之解散。这种组织形式适用于规模大、项目多的公司。

项目单列式组织形式的优点主要有3点。

**(1) 目标明确及统一指挥。**项目单列式组织是基于某项目而组建的，圆满完成项目任务是项目组织的首要目标，而每个项目成员的责任及目标也是通过对项目总目标的分解而获得的。同时项目成员只受项目经理领导，不会出现多头领导的现象。

**(2) 有利于项目控制。**由于项目单列式组织按项目划分资源，项目经理在项目范围内具有绝对的控制权，因此从项目角度讲利于项目进度、成本、质量等方面的控制与协调，而不像职能式组织形式或后面介绍的矩阵式组织形式那样项目经理要通过职能经理的协调才能达到对项目的控制。

**(3) 有利于全面型人才的成长。**由于项目实施涉及计划、组织、用人、指挥与控制等多种职能，因此项目单列式组织形式提供了全面型管理人才的成长之路，从管理小项目的项目经理，经过管理大中型项目的项目经理，成长为管理多项目的项目群经理，直至最后长成为企业的主管。另一方面一个项目中拥有不同才能的人员，人员之间的相互交流学习也为员工的能力开发提供了良好的场所。

项目单列式组织的缺点有3点。

**(1) 机构重复及资源的闲置。**项目单列式组织按项目所需来设置机构及获取相应的资源，这样一来就会使每个项目有自己的一套机构，一方面是完成项目任务必须的，另一方面是企业从整体上进行项目管理所必要的，这就造成了机构重复设置。而在包括人在内的资源使用方面，不论哪种资源的使用频度都要拥有，这样当这些资源闲置时，其他项目也很难利用这些资源，造成闲置成本很大。

**(2) 不利于企业专业技术水平的提高。**由于项目单列式组织并没有给专业技术人员提供同行交流与互相学习的机会，而往往注重于项目中所需的技术水平，因此不利于形成专业人员钻研本专业业务的氛围。

**(3) 不稳定性。**由于项目的一次性特点使得项目单列式组织形式随项目的产生而建立，也随项目的结束而解体，因此从企业整体角度来看，企业的资源及结构会不停地发生变化。而在项目组织内部，由新成员刚刚组建的组织会发生相互碰撞而不稳定，虽然随着项目进程的进展而进入相对的稳定期，但在项目快结束时所有成员预见到项目的结束，都会为自己的未来而做出相应的考虑，造成“人心惶惶”，而又进入不稳定期。

### 12.3.3 矩阵式组织形式

职能式组织形式和项目单列式组织形式各有其优缺点，而且职能式组织形式的优点与缺点正好对应项目单列式组织形式的缺点与优点。如何建立一种组织形式既有两种组织形式的优点，又能避免两种组织形式的缺点呢？矩阵式组织形式能较好地解决这一问题。矩阵式组织形式的特点是将按照职能划分的纵向部门与按照项目划分的横向部门结合起来，以构成类似矩阵的管理系统。矩阵式组织形式首先在美国军事工业中实行，它

适用于多品种、结构工艺复杂、品种变换频繁的场所。

当很多项目对有限资源的竞争引起对职能部门的资源的广泛需求时,矩阵式组织就是一个有效的组织形式。传统的职能组织在这种情况下无法适应的主要原因在于职能组织无力对包含大量职能之间相互影响的工作任务提供集中、持续和综合的关注与协调。因为在职能组织中,组织结构的基本设计是职能专业化和按职能分工的,不可能期望一个职能部门的主管会不顾他在自己的职能部门中的利益和责任,或者完全打消职能中心主义的念头,使自己能够把项目作为一个整体,对职能之外的项目各方面也加以专心致志的关注。

在矩阵式组织中,项目经理在项目活动的“什么”和“何时”方面,即内容和时间方面对职能部门行使权力,而各职能部门负责人决定“如何”支持。每个项目经理要直接向最高管理层负责,并由最高管理层授权。而职能部门则从另一方面来控制,对各种资源做出合理的分配和有效的控制调度。职能部门负责人既要对他们的直接上司负责,也要对项目经理负责。

### 1. 矩阵式组织的基本原则

矩阵式组织的基本原则有七个。

(1) 必须有一个人的全部时间和精力用于项目,有明确的责任制,这个人通常为项目经理。

(2) 必须同时存在纵向和横向两条通信渠道。

(3) 要从组织上保证有迅速有效的办法来解决矛盾。

(4) 无论是项目经理之间,还是项目经理与职能部门负责人之间,要有确切的通信渠道和自由交流的机会。

(5) 各个经理都必须服从统一的计划。

(6) 无论是纵向或横向的经理(或负责人)都要为合理利用资源,进行谈判和磋商。

(7) 必须允许项目作为一个独立的实体来运行。

由于矩阵式组织中的职权以纵向、横向和斜向在一个公司里流动,因此在任何一个项目的管理中,都需要有项目经理与职能部门负责人的共同协作,将二者很好地结合起来。要使矩阵组织能有效地运转,必须考虑和处理以下几个问题。

(1) 应该如何创造一种能将各种职能综合协调起来的环境? 由于具有每个职能部门从其职能出发只考虑项目的某一方面的倾向,因此考虑和处理好这个问题就是很必要的。

(2) 一个项目中哪个要素比其他要素更为重要是由谁决定的? 考虑这个问题可以使主要矛盾迎刃而解。

(3) 纵向的职能系统应该怎样运转才能保证实现项目的目标,而又不与其他项目发生矛盾?

要处理好这些问题,项目经理与职能部门负责人要相互理解对方的立场、权力,以

及职责，并经常进行磋商。

## 2. 矩阵式组织的几种形式

图 12-8 是一种典型的矩阵式组织形式，人们常称之为强矩阵式组织形式。这种组织形式中资源均由职能部门所有和控制。每个项目经理根据项目需要向职能部门借用资源。各项目是一个临时性组织，一旦项目任务完成后就解散，各专业人员又回到各职能部门再执行别的任务。项目经理向项目管理部门经理或总经理负责。其他领导本项目的一切人员，通过项目管理职能，协调各职能部门派来的人员以完成项目任务。

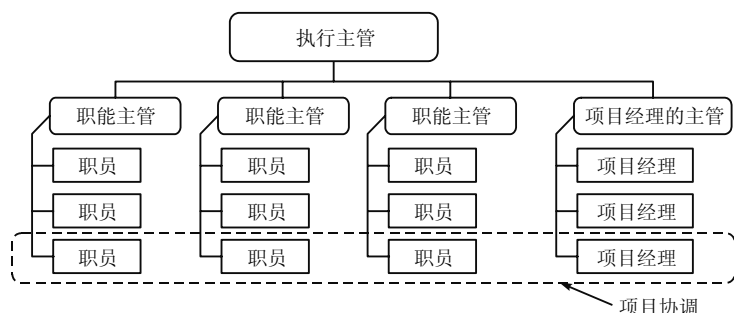


图 12-8 强矩阵式组织结构示意图

实际中还有其他几种形式的矩阵组织形式，那就是弱矩阵式组织形式、中矩阵组织形式。弱矩阵组织结构基本上保留了职能式组织形式的主要特征，但是为了更好地实施项目，建立了相对明确的项目实施班子，这样的项目实施班子由各职能部门下的职能人员组成，但并未明确对项目目标负责的项目经理，即使有项目负责人，他的角色只不过是一个项目协调者或项目监督者，而不是真正意义上的项目管理者。弱矩阵式组织结构示意图如图 12-9 所示。

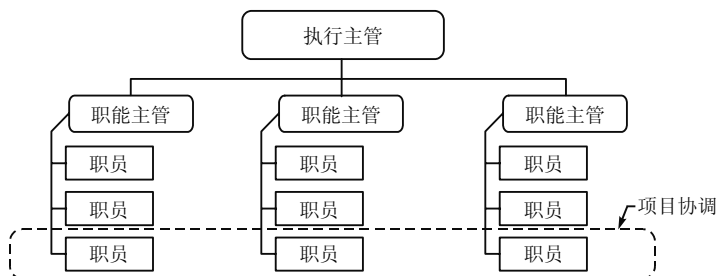


图 12-9 弱矩阵式组织结构示意图

均衡矩阵式组织形式或称中矩阵式组织形式是为了加强对项目的管理而对弱矩阵式组织形式的改进，与弱矩阵式组织形式的区别是在项目实施班子中任命一名对项目负



责的管理者，即项目经理，为此项目经理被赋予完成项目任务所应有的职权和责任，如图 12-10 所示。

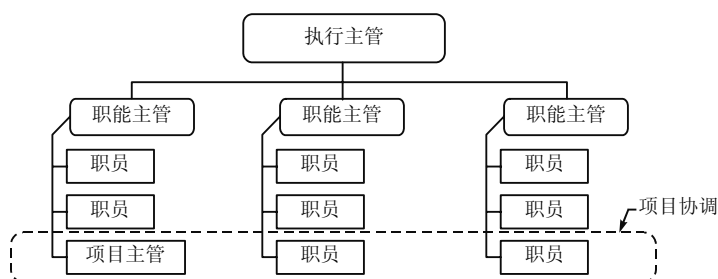


图 12-10 均衡矩阵式组织结构示意图

### 3. 矩阵式组织的优劣分析

矩阵组织有许多优点，主要包括以下 8 个方面。

- (1) 强调了项目组织是所有有关项目活动的焦点。
- (2) 项目经理拥有对拨给的人力、资金等资源的最大控制权，每个项目都可以独立地制订自己的策略和方法。
- (3) 职能组织中专家的储备提供了人力利用的灵活性，对所有计划可按需要的相对重要性使用专门人才。
- (4) 由于交流渠道的建立和决策点的集中，对环境的变化，以及项目的需要能迅速地做出反应。
- (5) 当指定的项目不再需要时，项目人员有其职能归宿，大都返回原来的职能部门。他们对于项目完成后的奖励与鉴定有较高的敏感度，为个人指出了职业的努力方向。
- (6) 由于关键技术人员能够为各个项目所共用，充分利用了人才资源，使项目费用降低，又有利于项目人员的成长和提高。
- (7) 矛盾最少，并能通过组织体系容易地解决。
- (8) 通过内部的检查和平衡，以及项目组织与职能组织间的经常性的协商，可以使时间、费用及运行之间保持较好的平衡。

但矩阵组织也有一些缺点。

- (1) 职能组织与项目组织间的平衡需要持续地进行监视，以防止双方互相削弱对方。
- (2) 在开始制订政策和方法时，需要花费较多的时间和劳动量。
- (3) 每个项目是独立进行的，容易产生重复性劳动。
- (4) 对时间、费用及运行参数的平衡必须加以监控，以保证不因时间和费用而忽视技术运行。

由于项目的组织结构对项目的管理实施具有一定的影响，然而任何一种组织形式都有它的优点和缺点，没有一种形式是能适用于一切场合的，甚至是在同一个项目的寿命

周期内。所以，项目管理组织在项目寿命周期内为适应不同发展阶段的不同突出要求而加以改变也是很自然的。项目应环绕工作来组织，工作变了，项目组织的范围也应跟着改变。在实际工作中，必须注意这一点。一般来讲，职能式组织结构有利于提高效率，项目单列式组织结构有利于取得效果，矩阵式组织结构兼具两者优点，但也带来某些不利因素。例如，各个项目可能在同一个职能部门中争夺资源；一个成员有两个顶头上司，既难处，也难管。

一般来说，职能式组织结构比较适用于规模较小、偏重于技术的项目，而不适用于项目的环境变化较大的项目。因为，环境的变化需要各职能部门间的紧密合作，而职能部门本身的存在，以及权责的界定成为部门间密切配合不可逾越的障碍。当一个公司中包括许多项目或项目的规模比较大、技术复杂时，则应选择项目式的组织结构，同职能式组织相比，在对付不稳定的环境时，项目式组织显示了自己潜在的长处，这来自于项目团队的整体性和各类人才的紧密合作。同前两种组织结构相比，矩阵式组织形式无疑在充分利用企业资源上显示出巨大的优越性，由于其融合了两种结构的优点，这种组织形式在进行技术复杂、规模巨大的项目管理时呈现出明显的优势。

# 第 13 章 项目管理过程

## 13.1 项目过程及其工作阶段的划分

项目是由一系列过程来实现的，可以将项目管理活动视作一系列相互联系的过程。现代项目管理强调项目管理的阶段性和过程性，在项目管理的过程中，应该根据项目的专业特性、项目的实现过程特性，以及项目的约束条件，将一个项目划分为便于进行管理的一系列项目阶段，并把这些不同的阶段看成一系列具体的项目管理过程，而将整个项目的管理看成一个完整的项目管理过程。

### 13.1.1 过程的定义

关于过程的概念，有许多不同的认识和表达。

所谓过程（Process），是为实现某个特殊目标而进行的一系列活动。

所谓过程，是指产生某种结果的行动序列。

所谓过程，就是一组为了完成一系列事先指定的产品、成果或服务而需执行的相互联系的行动和活动（出自 PMBOK）。

简单地说，过程就是我们做事情的一种固有的方式。

对于做一件事，有经验的人对完成这件事的过程会很了解，他会知道完成这件事需要经历几个步骤，每个步骤都完成什么事，需要什么样的资源、什么样的技术等，因而可以顺利地完成任务；没有经验的人对过程不了解，就会有无从下手的感觉。

图 13-1 和图 13-2 可以形象地说明过程在软件开发中的地位。如果项目人员将关注点只放在最终的产品上，不关注期间的开发过程，那么不同的开发队伍或者个人可能会采用不同的开发过程，结果导致开发的产品质量不同，有的质量高，有的质量低，完全依赖个人的素质和能力。

反之，如果将项目的关注点放在项目的开发过程，不管谁来做，也不管什么需求，都采用统一的开发过程，即企业的关注点是过程。同一企业开发的软件，产品的质量是一样的。可以通过不断提高开发过程的质量，来提高产品的质量，这个过程是公司能力的体现，它是不依赖于个人的。也就是说，产品的质量依赖于企业管理过程的能力。

对于软件过程，绝对不能简单地理解为软件产品的开发流程，因为我们要管理的并

不只是软件产品开发的活动序列，而是软件开发的最佳实践，它包括：流程、技术、产品、活动间关系、角色、工具等，是软件开发过程中的各个方面因素的有机结合。因此，在软件过程管理中，首先要进行过程定义，将过程以一种合理的方式描述出来，并建立起企业内部的过程库，使过程成为企业内部可以被重用的共享资源。对于过程，要不断地进行改进，以不断地改善和规范过程，帮助企业提高生产力。

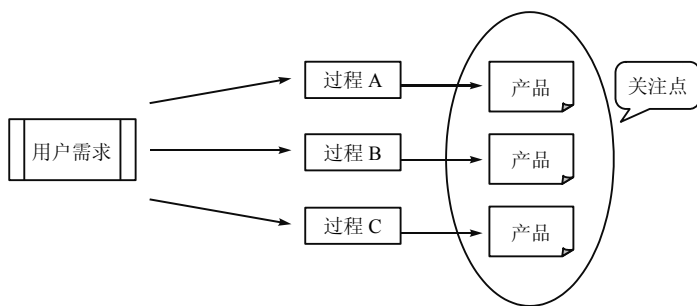


图 13-1 关注开发的结果

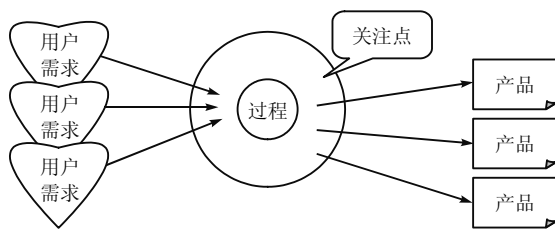


图 13-2 关注开发的过程

软件过程是极其复杂的过程。我们知道，软件是由需求驱动的，有了用户应用的实际需求，才会开发一个软件产品。软件产品从需求的出现直到最终的产品形成，要经历一个复杂的开发过程。软件产品在使用时根据需求的变更进行不断的修改，这称为软件维护。我们把用于软件开发及维护的全部技术、方法、活动、工具，以及它们之间的相互变换统称为软件过程。由此可见，软件过程的外延非常大，包含的内容非常多。对于一个软件开发机构来说，做过一个软件项目，无论成功与否，都能够或多或少地从中总结出一些经验。做过的项目越多，其经验越丰富，特别是成功开发一个项目是很值得总结的，从中可以归纳出一些做事的完善过程。我们称之为最佳实践。最佳实践开始是存放在成功者的头脑中的，很难被机构内部共享和重复利用来发挥其应用的效能。长期以来，这些本应从属于机构的巨大财富被人们所忽视，这无形中给机构带来了巨大的损失，当人员流动时，这种企业的财富也随之流失，并且也使这种财富无法被其他的项目再利用。过程管理，就是对最佳实践进行有效的积累，形成可重复的过程，对我们的最佳实践加以总结，以形成一套稳定的可重复的软件过程。过程改进是根据实践中对过程

的使用情况,对过程中有偏差或不切实际需要的地方进行优化活动。通过实施过程管理,软件开发机构可以逐步提高其软件过程管理能力,从根本上提高软件生产能力。

### 13.1.2 一般项目的阶段划分过程

项目的“一次性”特征决定了每个项目都有明确的开始时间和结束时间,同时为了实现项目目标和便于对项目进行管理,项目可以分为不同的项目阶段和过程,可以说,项目有一定的过程性,项目是通过一系列过程实现的。

现代项目管理理论认为,任何项目都是由两个过程构成的,其一是项目的实现过程,其二是项目的管理过程。现代项目管理特别强调对于项目过程和项目阶段的管理。现代项目管理不但要求将整个项目实施工作和项目管理工作看成是一个完整的过程,而且要求将项目各个阶段的计划、实施、监控等具体管理活动也看成是项目管理的一系列具体工作过程。项目管理特别关注按照面向过程管理的方法去开展项目全过程的管理。另外,项目管理还将整个项目的实现过程和管理过程,以及其中所包括的各个阶段看成是一个整体,并将这一分阶段的项目过程称为项目生命周期,如图 13-3 所示。

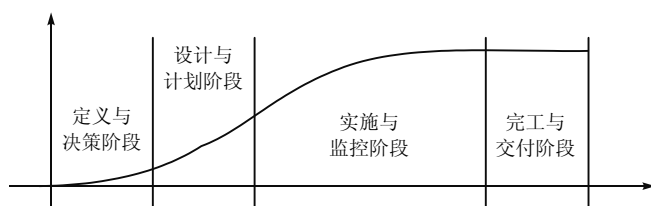


图 13-3 项目的阶段划分示意图

由图 13-3 可以看出,项目的各个阶段是相互连续的,而且只有一个项目阶段完成以后才能够开始项目的下一个阶段。

### 13.1.3 过程管理

过程管理,顾名思义,就是对过程进行管理。这种管理的目的是要让过程能够被共享、复用,并得到持续改进。在软件行业,要管理的是软件过程。过程管理与项目管理在软件组织中是两项最为重要的管理,项目管理用于保证项目的成功,而过程管理用于管理最佳实践。但这两项管理并不是相互孤立的,而是有机紧密结合的。

图 13-4 中展现的是项目管理和过程管理的基本关系。过程管理的成果(即软件过程)可以在项目管理中辅助项目管理的工作。在项目的计划阶段,计划项目的最佳参考是过去的类似项目中的实践经验,这些内容通过过程管理都成为过程管理的工作成果,这些成果对于一个项目的准确估算和合理计划非常有帮助。合理的计划是项目成功管理

的基础，在项目计划的执行过程中，计划将根据实际情况不断地得到调整，直到项目结束时，项目计划才能被真正稳定下来。这份计划及其变更历史将是过程管理中过程改进的最有价值的参考。过程的改进就是注重从项目的实际经验中不断地将最佳实践提炼出来。

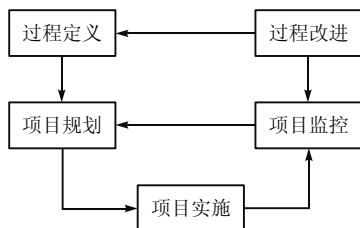


图 13-4 项目管理与过程管理的关系

## 13.2 项目管理过程及其阶段划分

现代项目管理理论认为，任何项目都是由一系列的项目阶段所构成的一个完整过程（或称全过程），而各个项目阶段又是一系列具体活动所构成的具体工作过程。

此处所谓的“过程”，是指能够生成具体结果（或称可度量结果）的一系列活动的组合。一个项目的过程又分成两种类型。

**（1）项目的实现过程。**指人们为创造项目的产出物而开展的各种业务活动所构成的整个过程（一般也将此简称为项目过程）。

**（2）项目的管理过程。**指在项目实现过程中，人们开展项目的计划、决策、组织、协调、沟通、激励和控制等方面活动所构成的过程。

在大多数情况下，不同项目的实现过程需要有不同的项目管理过程。在一个项目的过程中，项目管理过程和项目实现过程从时间上是相互交叉和重叠的，从作用上是相互制约和相互影响的。

### 13.2.1 项目管理过程概述

项目管理就是将知识、技能、工具和技术应用于项目活动之中，以满足项目的要求。它是通过利用项目管理知识、技能、工具和技术的过程来实现的，凭借这些过程创造出成果。

为了使项目取得成功，项目团队必须：

- （1）在项目管理过程中选用实现项目目标所必需的合适过程；
- （2）利用某种事先确定的途径来适应产品要求说明书和计划，使其满足项目和产品

的要求；

(3) 遵守要求说明书中的规定，满足利害关系者的需要、愿望和期望；

(4) 权衡对范围、时间、费用、质量、资源和风险互相冲突的要求，以提交高质量的成果。

过程就是一组为了完成一系列事先指定的产品、成果或服务而需执行的相互联系的行动和活动。

这些过程普遍适用于世界各地的各行各业。但是，这并不是说，这些项目管理过程在任何时候都一成不变地应用于所有的项目。事实上，项目经理任何时候都应与其项目团队一起共同负责，应认真地考虑如何对待每一个过程及其依据和成果，一起共同确定哪些过程适合于具体给定的项目，以及各个过程适合于该项目的严格程度。

项目管理过程由项目团队实施，一般属于以下两大类之一。

(1) 在大多数情况下，大多数项目都有共同的项目管理过程，它们通过有目的的实施而互相联系起来。其目的就是启动、计划、执行、监控和收尾一个项目。这些过程互相影响，关系很复杂，使用一份文件或图形难以完全解释清楚。这些过程还在项目范围、费用、进度等方面互相作用，互相影响。我们称这些为知识领域。

(2) 面向产品的过程规定与制作产品的过程。面向产品的过程一般都由项目生命周期规定，并因应用领域而异。

项目管理过程和创造产品的过程，从项目开始到其结束始终彼此重叠与交互作用。例如，如果对如何制作规定的产品缺乏基本的理解，就无法确定项目的范围。

项目管理具有综合性。项目管理的综合性要求每一个项目和产品过程同其他过程恰当地配合与联系起来，只有这样才便于协调。过程之间的这些相互影响和作用经常要求对各种项目要求和目标进行权衡。大而复杂的项目可能要求某些过程反复多次才能确定和满足利害关系者的要求，并就这些过程的结果达成一致意见。在一个过程未采取成功的行动时，通常会对这一过程和其他有关的过程产生不利影响。例如，项目范围的改变几乎总会影响项目的费用，但并不一定会影响项目团队的士气或者产品的质量。具体的实施效果因项目和组织而异。成功的项目管理包括积极地管理这些相互影响和相互作用的要求，以使其成功地满足赞助者、顾客和其他利害关系者的要求。

### 13.2.2 项目管理知识领域

项目有自己的生命周期，分为若干个阶段。每个阶段又可分为若干个子阶段（或称作过程），这些过程既有区分又密切联系，互为前提和结果。

中国项目管理研究会将项目管理的内容——项目管理知识体系概括为 2 个层次、4 个阶段、5 个过程、10 大知识领域、47 个要素及多个主体，如表 13-1 所示。

表 13-1 项目管理的基本内容（C-PMBOK）

项目层次	企业层次			项目层次	
项目主体	业主		承包商	监理	用户
项目阶段	概念阶段		开发阶段	实施阶段	收尾阶段
基本过程	启动过程	规划过程	执行过程	监控过程	结束过程
知识领域	整合管理	范围管理	时间管理	成本管理	质量管理
	人力资源管理	风险管理	沟通管理	采购管理	干系人管理

### 13.2.3 项目管理过程及其阶段或活动

项目管理过程（Project Management Process）有五个基本的管理过程——启动、计划、执行、控制和收尾，如图 13-5 所示。

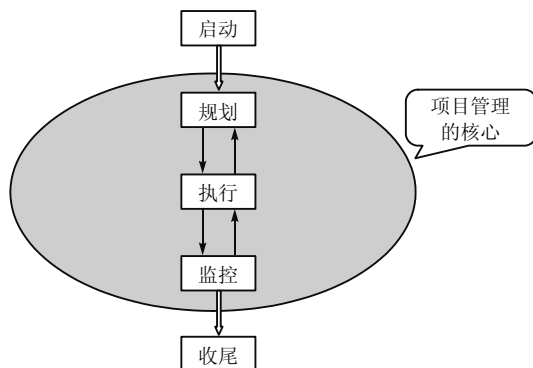


图 13-5 项目管理的五个阶段

在各种具体应用领域中，绝大多数项目都有着相同的项目管理具体过程和相同的项目管理过程组。

项目的实现过程是由一系列的项目阶段或项目工作过程构成的，任何项目都可以划分为多个不同的项目阶段或项目工作过程。同样，对于一个项目的全过程所开展的管理工作也是一个独立的过程，这种项目管理过程也可以进一步划分成不同的阶段或活动。

**(1) 启动过程。**在一个项目管理过程循环中，首要的管理具体过程（或阶段/活动）是一个项目或项目阶段的启动过程。它所包含的管理活动内容有：定义一个项目或项目阶段的工作与活动，决策一个项目或项目阶段启动与否，或决策是否将一个项目或项目阶段继续进行下去等工作，这是由一系列项目决策性工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

**(2) 规划过程。**一个项目管理过程循环中的第二种具体管理（或阶段/活动）是项



目或项目阶段的规划过程，它包含的管理活动内容有：拟订、编制和修订一个项目或项目阶段的工作目标、任务、工作计划方案、资源供应计划、成本预算、计划应急措施等工作。这是由一系列项目计划性工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

**（3）执行过程。**一个项目管理过程循环中的第三种管理具体过程（或阶段/活动）是项目或项目阶段的执行过程，它所包含的管理活动内容有：组织和协调人力资源及其他资源，组织和协调各项任务与工作，激励项目团队完成既定的工作计划，生产项目产出物等工作。这是由一系列项目组织管理性的工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

**（4）监控过程。**一个项目管理过程循环中的第四种管理具体过程（或阶段/活动）是项目或项目阶段的控制过程，它所包含的管理活动内容有：制订标准、监督和测量项目工作的实际情况、分析差异和问题、采取纠偏措施等工作。这是由一系列项目管理控制性的工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

**（5）收尾过程。**一个项目管理过程循环中的第五种管理具体过程（或阶段/活动）是项目或项目阶段的收尾过程，它所包含的管理活动内容有：制订一个项目或项目阶段的移交与接收条件，并完成项目或项目阶段成果的移交，从而使项目顺利结束。这是由一系列项目文档化和移交性、验收性的工作所构成的项目管理具体过程（或阶段/活动）。

图 13-6 所示为项目管理过程中一个阶段中程序块的连接。

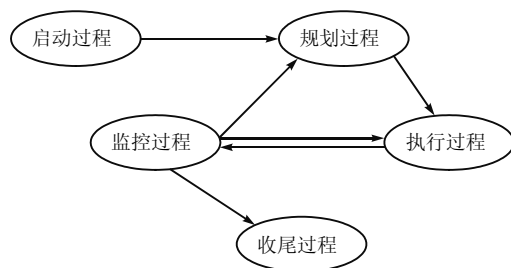


图 13-6 项目管理过程中一个阶段中程序块的连接

项目管理是一项系统整合的工作。在某个时候，某个知识领域所做的决定和行动常常会影响到其他方面。处理这种影响，经常不得不权衡项目管理的三项约束——范围、时间和成本。项目经理还要在其他知识领域进行权衡，比如，在风险和人力资源之间进行权衡。可见，可以把项目管理视为一系列相互联系的过程。

#### 13.2.4 项目管理过程组

项目管理过程组（Project Management Process Group）是指从启动到计划、执行、控制和收尾的一系列活动。

项目的每个过程组又涉及一系列项目管理若干方面的事务和项目管理知识领域。对这些不同方面事务的处理就是基本过程的子过程，各个基本过程的子过程通常不同。子过程和过程一样，要遵循一定的顺序，有时会互相搭接、反复和循环，它们相互关联，密切配合，成为项目整体中一个一个的环节。项目管理的五个过程组如下所示。

**（1）启动过程组（Initiating Process Group）。**包括开始或结束项目和项目阶段的有关活动。在定义阶段，启动一个项目必须完成如下任务：

- ① 必须有人负责定义项目的商业需求；
- ② 必须有人为项目提供资助；
- ③ 必须有人承担项目经理的角色。

项目的每一个阶段都会有启动过程。例如，在项目生命周期的每一个阶段，为了判断项目工作是否值得继续下去，项目经理和项目团队成员都必须重新考察项目的商业需求。甚至结束项目也需要启动过程。在结束项目的过程中，项目团队对有关的经验教训进行归档，全部的项目资源得到重新配置。

**（2）规划过程组（Planning Process Group）。**包括编制与保持一个可行的计划，以便实现项目所要满足的业务需求。

编制项目计划可以确定某时间点上项目相关的各知识领域。例如，必须编制详细的计划，以明确项目的范围、项目的进度，明确各项活动的实施时间、人员、成本，以及需要采购的资源等。为了应对项目条件的变化和组织环境的变更，项目生命周期中的每个阶段都常常会对项目计划加以调整。

**（3）执行过程组（Executing Process Group）。**包括协调人员和其他资源，以便实施项目计划并生产出项目或项目阶段的产品或可交付成果。

执行过程的例子有：组建一个项目团队，进行有关领导工作，确保项目质量，发布有关信息，采购必需的资源，交付实际工作成果等。

**（4）监控过程组（Monitoring and Controlling Process Group）。**就是确保项目目标的实现。一般的控制过程包括执行绩效和状态评审。如果有必要进行某些变更，必须有人负责对这些变更进行识别、分析、监督和控制。

项目经理和项目成员要对照计划对项目进度进行监督和测评，并在必要的时候采取纠正行动。

**（5）收尾过程组（Closing Process Group）。**主要指进行正式的项目或项目阶段验收工作，使其有序地结束。

这里会涉及许多管理活动，例如，项目文件的存档，工作的总结，以及作为项目或项目阶段所设定任务的正式验收工作等。

这五个项目过程组中的每一个过程都是以完成一定的任务为特征的。

**（1）启动过程。**在一个新项目启动过程中，企业要确认新项目的存在。通常，这种确认要在完成利益相关者分析、所需文件的准备及项目可行性分析的基础上才能完成。这些报告概括描述项目潜在的支持者和反对者、项目定义、项目要求的最高目标、

范围、可交付成果、截止日期，以及所需的资源等。在项目开始阶段，启动过程的主要成果就是形成一个项目章程和选择一位项目经理。

**(2) 规划过程。**计划过程的主要成果包括完成工作分解结构、项目进度计划，以及项目预算。计划对 IT 项目来说特别重要。那些有与新技术有关的大型 IT 项目经验的人都知道这样一句行话：“计划时花的 1 美元抵得上系统实施后花的 100 美元。”为什么计划在 IT 项目中这么关键呢？因为一旦系统已经实施，要想再对系统进行改变，所需的投入可就大多了。

**(3) 执行过程。**执行过程是指采取必要的行动，以保证计划期间所制订的工作任务能够完成。该过程的成果就是交付实际的项目工作。例如，某个 IT 项目要求提供新的软硬件和培训，实施过程就得包括组织项目团队和其他有关人员购买硬件，进行软件的开发和测试，并安排参与培训等。这个过程组会与其他各过程组有交叉，并在实施中要用到最多的资源。

**(4) 监控过程。**控制过程就是按照项目目标，对项目进度进行评测，监控其与计划的偏离程度，并采取纠正措施使项目进展符合计划要求。控制过程的理想结果就是，在要求的时间、成本和质量限制范围内提交双方同意的项目范围，从而成功地完成项目。如果需要对项目目标或项目计划进行变更，变更过程应确保这些变更以有效的方式满足利益相关者的需求和期望。因为变更随时可能发生，所以控制过程同所有其他的过程组是重叠的。

**(5) 收尾过程。**在收尾过程中，项目团队要致力于最终产品的验收，并使得项目或项目阶段有一个有序的结束。该过程的主要成果包括项目工作的正式验收，以及项目审计和项目经验总结报告等一些总结性文件。

对于项目管理各个过程，彼此之间要保持清楚的界限。但是在实践中，它们会以某种方式相互交叉及重叠。大多数经验丰富的实际项目管理人员都认识到，管理项目的方法不止一种。项目的细节被定义为必须实现的若干目标，这些目标能够实现与否取决于项目的复杂程度、风险、大小、时间限制、项目团队的经验、资源的有无和多寡、历史信息数量、各个组织对项目管理的熟练程度、行业和应用领域等。

必要的过程组及其子过程可用做项目期间应用项目管理知识和技能的指导。此外，对于一个项目，项目管理各过程要反复多次使用，许多过程会在项目绩效期间进行多次重复和修改。项目经理及其项目团队应负责确定过程组中哪些子过程将用于该项目，由何人使用，以及为了达到项目原定目的执行这些过程时应当遵守的严格程度。

同项目管理各过程相互关系有关的基本概念之一就是“计划-执行-检查-行动”循环，如图 13-7 所示。该循环各环节以结果相连，该循环一部分的结果变成了另一部分的依据。

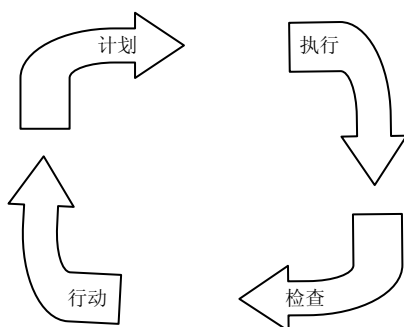


图 13-7 “计划-执行-检查-行动”循环

过程组的综合性比“计划-执行-检查-行动”循环更加复杂，如图 13-8 所示。但是，图 13-8 中经过扩展的循环可以用于过程组内及其之间的相互关系中。计划过程组与“计划-执行-检查-行动”循环中的“计划”对应；执行过程组与“计划-执行-检查-行动”循环中的“执行”对应；而控制过程组与“计划-执行-检查-行动”循环中的“检查”和“行动”对应。此外，因为一个项目的管理是一种有限的努力，所以启动过程组是这些循环的开始，而收尾过程组是其结束。项目管理的综合性要求控制过程组与其他过程组的所有方面相配合。

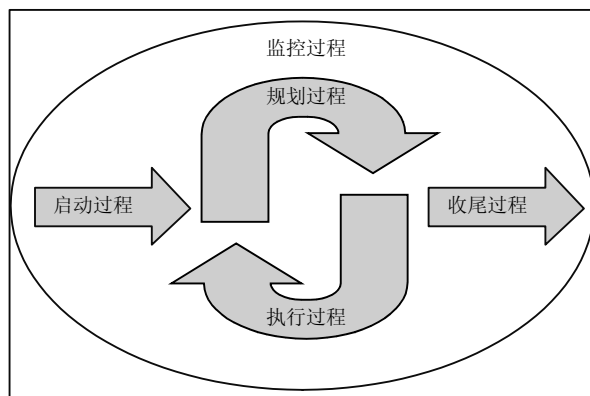


图 13-8 项目管理过程组

本教程将从组成项目的各个过程，它们之间的相互作用与影响，以及它们的用途出发，详细介绍项目管理各过程。

需要特别注意的是，过程组不是项目阶段。

### 1. 启动过程组

启动过程组内共包括 2 个管理过程：制订项目章程、识别干系人。

启动过程组由一组有助于正式授权开始一个新项目或一个项目阶段的过程组成。

各启动过程一般是由超出项目控制范围之外的组织、计划或综合行动过程来完成的,如图 13-9 所示。

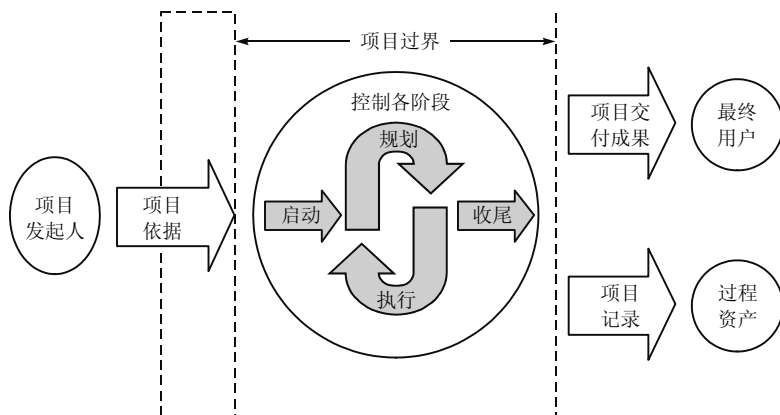


图 13-9 项目边界

在启动过程中,应进一步细化最初对项目范围和组织愿意投入的资源所做的说明。如果尚未任命项目经理,就应该选择一位。最初的假设与制约因素也要拟成文件。这些信息反映在项目章程中,一旦项目章程获得批准,项目也就得到了正式授权。

许多大型或者复杂的项目可以划分为若干阶段,这也属于启动过程的一部分。在每一阶段开始时对启动过程进行审查,有助于让项目始终将注意力集中在它本来应当解决的业务需求上。此时要核对进入下一阶段的要求标准,包括是否有必需的资源等。然后,决定该项目是否已经做好了继续下去的准备,或者是否应推迟或中断项目。随后在各项目阶段要进一步审核和细化本阶段的项目范围。以后的各阶段重复启动过程,应能够在经营需要已经消失或认为项目已经无法满足这一经营需要时,将项目停下来。

启动过程组(如图 13-10 所示),是开始一个项目或项目阶段,该过程组的成果确定了项目的用途,明确了目标,并授权项目经理开始实施这一项目。

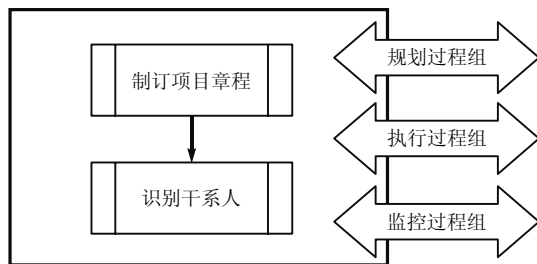


图 13-10 启动过程组

启动过程组包括如下项目管理过程。

(1) **制订项目章程**。这一过程的基本内容是核准项目或多阶段项目的阶段。它是

记载经营需要，预定要满足这些要求的新产品、服务或其他成果的必要过程。颁发这一章程将项目与组织的日常业务联系起来并使该项目获得批准。项目章程是由在项目团队之外的组织、计划或综合行动管理机构颁发并授权核准的。在多阶段项目中，这一过程的用途是确认或细化在以前制订项目章程过程中所做的各个决定。

**（2）识别干系人。**这是项目干系人管理的一个子过程。识别干系人是识别能影响项目决策、活动或结果的个人、群体或组织，以及被项目决策、活动或结果所影响的个人、群体或组织，并分析和记录他们的相关信息的过程。

## 2. 计划过程组

计划过程组共包括 24 个管理过程，它们分别是：制订项目管理计划、规划范围管理、收集需求、定义范围、创建工作分解结构、规划进度管理、定义活动、排列活动顺序、估算活动资源、估算活动持续时间、制定进度计划、规划成本管理、估算成本、制定预算、规划质量管理、规划人力资源管理、规划沟通、规划干系人管理、规划风险管理、识别风险、实施定性风险分析、实施定量风险分析、规划风险应对、规划采购管理。计划过程组内的管理过程非常多，计划过程组对项目管理也非常重要，在这个过程组中，将对项目进行全面规划。

项目管理团队是利用规划过程组、子过程及其相互关系来为组织规划和管理成功的项目。规划过程组有助于从完整和把握程度不一的多种来源中收集信息。项目管理计划是经过各规划子过程制订出来的。这些过程还要识别、明确和完善项目范围和费用，安排项目范围内各活动的时间。在发现新的项目信息时，就识别或解决新发现的依赖关系、要求、风险、机会、假设和制约因素。项目的多维性要求不断地重复反馈，以使分析工作量不断增加。随着收集和了解到的项目信息或特征的增加，就可能要采取后续行动。项目生命周期如发生影响较大的变更，就必须重新认识一个或多个规划过程，甚至各启动过程。

反复多次使用各个规划过程的频率也受到影响。例如，项目管理计划是规划过程组的成果之一，其重点是研究范围、技术、风险和费用的所有方面。在项目执行期间因批准变更而发生的更新，就有可能显著影响项目管理计划的多个部分。项目管理计划更新在满足确定的项目范围整体要求方面提高了进度、费用和资源要求的精确程度。更新可能局限于与具体阶段执行相联系的活动和问题。使项目管理计划逐步详细和深入的方法常被称为“滚动式规划”，表明规划是重复多次的连续过程。

在项目规划过程中，项目团队应当根据对项目 and 项目结果的影响大小，邀请所有有关的利害关系者参与。因为项目利害关系者具备制订项目管理计划及其任何部分计划中所需的知识和技能，所以项目团队应当加以利用。项目团队必须创造便于项目利害关系者做出贡献的环境。

由于反馈与细化过程不能无止境地拖延下去，因此应按组织确定的程序查明应当结束规划过程的时机。这类程序受项目性质、既定的项目边界、适当的监控活动，以及项目所处的环境影响。

规划过程组内各过程之间的其他关系取决于项目的性质。例如，某些项目只有在规划的大部分完成之后才能识别出风险。这时候，项目团队可能才意识到费用和进度目标过于乐观，由此会带来比以前的想象大得多的风险。反复规划过程的结果应当做项目管理计划的更新而记录下来。

规划过程组通过多个过程加快项目的规划。下面的清单列出项目团队在规划过程中应考虑的各个过程，以便决定是否需要在需要时决定应由何人完成这些过程。

规划过程组包括如下项目管理过程。

**(1) 制订项目管理计划。**这是确定、编制部分计划并将其综合和协调为项目管理计划所必需的过程。项目管理计划是有关项目如何规划、执行、监控及结束的基本信息来源。

**(2) 规划范围管理。**这是制订项目范围管理计划，确定、核实和控制项目范围，以及建立和制作工作分解结构所必需的过程。

**(3) 收集需求。**为实现项目目标而确定、记录并管理干系人的需要和需求的过程。

**(4) 定义范围。**这是制订详细的项目范围管理计划，为将来的项目决策奠定基础所必需的过程。

**(5) 创建工作分解结构。**这是将项目主要可交付成果和项目工作分解为较小的和更易于管理的组成部分所必需的过程。

**(6) 规划进度管理。**为规划、编制、管理、执行和控制项目进度而制定政策、程序和文档的过程。

**(7) 定义活动。**这是识别为了提交各种各样的项目可交付成果而需要的具体活动所必需的过程。

**(8) 排列活动顺序。**这是识别与记载各计划活动之间的逻辑关系所必需的过程。

**(9) 估算活动资源。**这是估算各计划活动需要的资源类型与数量所必需的过程。

**(10) 估算活动持续时间。**这是估算完成各计划活动需要的单位工作时间所必需的过程。

**(11) 制定进度计划。**这是分析活动顺序、持续时间、资源要求，以及进度制约因素和项目进度表所必需的过程。

**(12) 规划成本管理。**为规划、管理、花费和控制项目成本而制定政策、程序和文档的过程。

**(13) 估算成本。**这是为取得完成项目活动所需各种资源的费用近似值所必需的过程。

**(14) 制定预算。**这是汇总各单个活动或工作细目的估算费用和制订费用基准所必需的过程。

**(15) 规划质量管理。**这是识别哪些质量标准与本项目有关，并确定如何达到这些标准要求所必需的过程。

**(16) 规划人力资源管理。**这是识别项目角色、责任、报告关系并将其形成文件，

以及制订人员配备管理计划所必需的过程。

**(17) 规划干系人管理。**基于对干系人需要、利益及对项目成功的潜在影响的分析，制定合适的管理策略，以有效调动干系人参与整个项目生命周期的过程。

**(18) 规划沟通。**这是确定项目利害关系者的信息与沟通需要所必需的过程。

**(19) 规划风险管理。**这是决定如何对待、规划和执行项目风险管理活动所必需的过程。

**(20) 识别风险。**这是确定哪些风险可能影响到本项目并将其特征形成文件所必需的过程。

**(21) 实施定性风险分析。**这是为以后进一步分析或采取行动而估计风险发生概率大小与后果并将两者结合起来，进而确定风险重要性大小所必需的过程。

**(22) 实施定量风险分析。**这是对已经识别的风险对项目总体目标的影响进行数值分析所必需的过程。

**(23) 规划风险应对。**这是为实现项目目标而增加机会和减少威胁制订可供选择的行动方案而必需的过程。

**(24) 规划采购管理。**这是为确定采购和征购资料，以及何时与如何采购和征购所必需的过程。

### 3. 执行过程组

执行过程组共包括8个管理过程，它们分别是：指导与管理项目工作、实施质量保证、组建项目团队、建设项目团队、管理项目团队、管理沟通、管理干系人参与、实施采购。执行过程组中虽然管理过程不多，但执行过程组是项目中耗时最长、消耗资源最多、预算消耗最多的过程组。项目预算的绝大部分都耗费在执行过程组的各个过程之中。项目的产品也在这一过程组中产生，同时，执行过程组也是项目经理和项目团队投入时间和精力最多的过程组。

执行过程组由完成项目管理计划中确定的工作和满足项目要求的各个子过程组成。项目团队应当确定具体的项目中需要其中的哪些子过程。这一过程组不但用于按照项目管理计划统一并实施项目活动，而且还协调人与资源。该过程组还处理项目范围说明书中明确的范围，实施经过批准的变更。

执行过程组包括如下项目管理过程。

**(1) 指导与管理项目工作。**这是为指导存在于项目中的各种各样的技术和组织界面，执行项目管理计划中确定的工作所必需的过程。当过程按照项目管理计划实施后有了成果时，可交付成果也就产生了。将有关可交付成果完成状况与已经完成了哪些工作的信息收集起来，属于项目执行的一部分，是绩效报告过程的依据。

**(2) 实施质量保证。**这是为按照计划开展系统的质量活动，确保项目使用所有必要的过程以便满足要求而必须进行的过程。

**(3) 组建项目团队。**这是为取得完成项目所需要的人力资源而必须进行的过程。

**(4) 建设项目团队。**这是为改善团队成员胜任能力和彼此之间的配合，提高项目



业绩而必须进行的过程。

(5) **管理项目团队。**跟踪团队成员工作表现,提供反馈,解决问题并管理团队变更,以优化项目绩效的过程。

(6) **管理沟通。**根据沟通管理计划,生成、收集、分发、储存、检索及最终处置项目信息的过程。

(7) **管理干系人参与。**在整个项目生命周期中,与干系人进行沟通和协作,以满足其需要与期望,解决实际出现的问题,并促进干系人合理参与项目活动的过程。

(8) **实施采购。**获取卖方应答、选择卖方并授予合同的过程。

#### 4. 控制过程组

控制过程组共包括 11 个管理过程,它们分别是:监控项目工作、实施整体变更控制、确认范围、控制范围、控制进度、控制成本、控制质量、控制沟通、控制干系人参与、控制风险、控制采购。控制过程组定期检查项目的绩效与计划之间的偏差,将这些偏差反馈到执行过程和计划过程之中,然后采用纠偏措施进行调整,最终实现项目目标。

控制过程组由观察项目的人执行,以便及时识别出潜在的问题,并在必要时采取纠正措施,以控制项目的各个过程组。这个过程组观察并定期测量项目的绩效,以便识别项目管理计划在执行中的偏差。控制过程组还包括控制变更,并在可能发生问题之前预先建议预防措施。

控制过程组包括两大过程。

(1) 对照项目管理计划和项目实施基准来监视正在进行的项目活动。

(2) 对妨碍整体变更控制的因素施加影响,以做到仅实施经过批准的变更。

这种连续的监视使项目团队得以洞察整个项目的健康状况,并将需要多加注意的各个方面突显出来。控制过程组不仅监控过程组内做的工作,而且还监控整个项目的努力程度。在多阶段项目中,控制过程组还为实施纠正或预防措施,以使项目保持项目管理计划要求的状态而在项目阶段之间提供反馈。当偏差损害了项目的目标时,就将其视为修改的“计划-实施-检查-行动”循环的一个环节,重新审视计划过程组内的有关项目管理过程。审视的结果可能是项目管理计划的更新建议。

控制过程组包括 11 个管理过程。

(1) **监控项目工作。**这是收集、测量、散发绩效信息,并评价测量结果和估计趋势以改进过程而需要进行的过程。该过程包括确保尽早识别风险,报告其状态并实施相应风险计划的风险监视。风险监视包括状况报告、绩效测量和预测。绩效报告提供了有关项目在范围、进度、费用、资源、质量与风险方面绩效的信息。

(2) **实施整体变更控制。**这是控制造成变更的因素,确保变更带来有益结果,判断变更是否已经发生,在变更确已发生并得到批准时对其加以管理所需要的过程。该过程从项目启动直到项目结束贯穿始终。

(3) **确认范围。**这是正式验收已经完成项目的可交付成果所需进行的过程。

- (4) **控制范围**。这是控制项目范围变更需要的过程。
- (5) **控制进度**。这是控制项目进度变更需要的过程。
- (6) **控制成本**。这是对造成偏差的因素施加影响，并控制项目预算所需的过程。
- (7) **控制质量**。这是监视具体的项目结果，判断是否符合有关质量标准并寻找方法消除实施结果未达标的原因所需的过程。
- (8) **控制沟通**。在整个项目生命周期中对沟通进行监督与控制，以确保干系人对信息的需求。
- (9) **控制干系人参与**。全面监督项目干系人之间的关系，调整策略和计划，以调动干系人参与的过程。
- (10) **控制风险**。这是在整个项目生命期内跟踪已经识别的风险，监视残余风险并识别新的风险，实施风险应对计划并评价其有效性的必需过程。
- (11) **控制采购**。这是为管理合同及买卖双方之间的关系，审查并记载卖方履行合同的表现或履行的结果，并在必要时采取纠正措施的过程。

## 5. 收尾过程组

收尾过程组包括 2 个管理过程，分别是结束项目或阶段和结束采购。

收尾过程组包括正式结束项目或项目阶段的所有活动，将完成的成果交与他人或结束已取消的项目的各个过程。这一过程组一旦完成，就证实了所有过程组中为结束某一项目或项目阶段而确定的各个必要过程均已完成，并正式表明该项目或项目阶段已经完成，如图 13-11 所示。

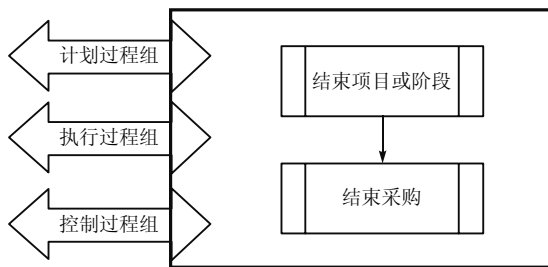


图 13-11 收尾过程组

收尾过程组包括两大管理过程。

- (1) **结束项目或阶段**。这是为最终完成所有项目过程组的所有活动，正式结束项目或阶段所必需的过程。
- (2) **结束采购**。这是为完成与结算合同中的每一项所必需的过程，包括解决所有遗留问题，并结束每一项与本项目或项目阶段有关的合同。

### 13.2.5 项目管理过程组之间的相互关系和相互作用

由于一个项目的实现过程中的任何一个阶段,都需要开展上述项目管理过程循环中的各项管理活动,所以实际上项目实现过程和项目管理过程二者之间有如如图 13-12 所示的基本关系。

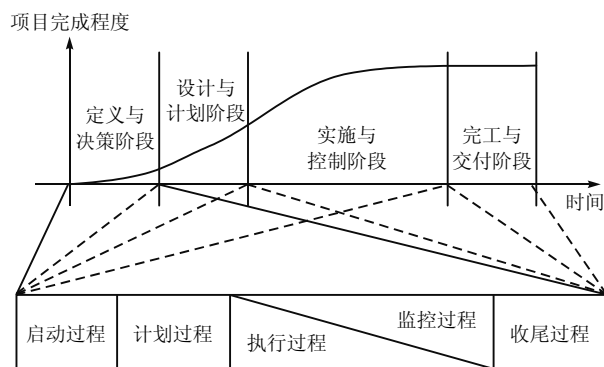


图 13-12 项目实现过程阶段与项目管理过程循环的关系图

从图 13-12 中可以看出,由于项目管理过程的各项活动在一个项目阶段中都会发生,所以项目管理过程的 5 个具体过程是在各个项目阶段中不断循环发生的,这也是为什么将它们集合称为项目管理过程组循环的根本原因。

项目管理过程组之间是以它们所产生的成果相互联系的。一个过程的成果一般成为另一过程的依据或成为项目的可交付成果。规划过程组为执行过程组提供正式的项目管理计划和项目范围说明书,并随着项目的绩效经常更新该项目管理计划。此外,过程组极少是孤立的或只执行一次的事件,它们是在整个项目生命期内自始至终都以不同的程度互相重叠的活动。图 13-13 形象地说明了过程组如何互相联系和作用,也表示了在各个不同时间互相重叠的水平。若将项目划分为阶段,则过程组不但在阶段内,而且也可能跨越阶段相互影响和相互作用。

在过程组及其子过程之间,过程的成果互相联系,并影响其他过程组。例如,结束某一设计阶段就要求顾客验收设计文件。然后,设计文件就在执行过程组确定了产品说明书。当项目划分为阶段时,同样的过程组一般在项目生命周期的每一阶段都重复,并有效地推动项目完成。过程组及其相互之间的关系表示,如图 13-14 所示。

然而,正如并非所有的项目都需要所有的过程一样,过程间的所有相互作用也并非都在所有的项目或项目阶段中表现出来。

例如,依赖于独特资源的项目(如商业软件开发、生物制药)可以在确定范围之前确定角色与责任,因为能够做什么取决于谁可以承担这一工作。

由于过程的某些依据实际上是制约因素,因而事先就已经确定了。例如,高层管理人员规定完成日期,而不是由计划过程确定完成日期。强加的完成日期经常要求从规定

的完成日期开始倒排进度表，并有可能增加项目的风险和费用，损害质量，甚至在极端的情况下要求大规模修改项目的范围。

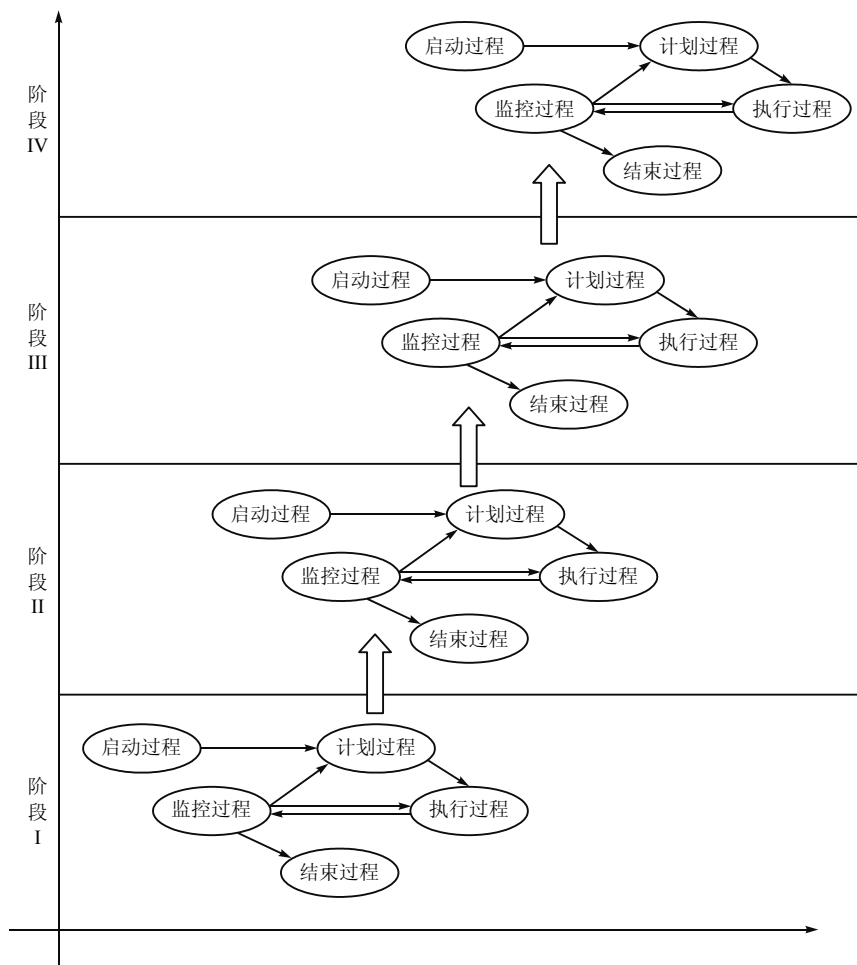


图 13-13 项目管理过程组之间的相互作用跨越项目阶段

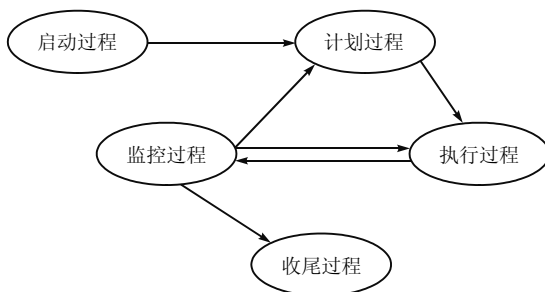


图 13-14 各项目管理过程之间的相互联系

图 13-15 描述了各个项目过程组,表明了在活动水平、时间框架与交叉程度各方面,各过程组之间的相互关系。

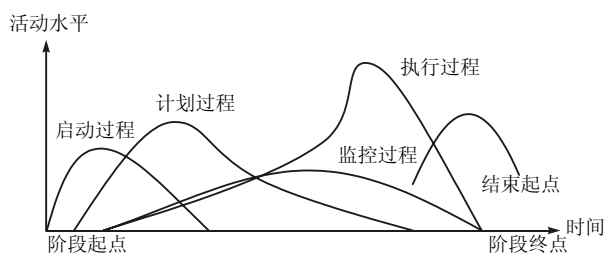


图 13-15 在一个项目周期内重叠的项目过程组

请注意,过程组并不是离散的、一次性的事件。它们以不同的程度存在于项目的各个阶段。根据具体项目的不同,每个项目过程组的活动水平和时间长度都会有所不同。一般情况下,实施过程消耗的资源和时间最多,其次是计划过程。启动过程和收尾过程通常最短,所需的资源和时间也最少。然而,由于每一个项目都具有一定的特殊性,因此例外也是有的。

一个项目管理过程循环中的五个具体管理过程之间具有特定的关系。

### 1. 项目的每个阶段都要经历以上五个基本管理过程

管理过程不是独立的一次性事件,它们是贯穿于项目的每个阶段,按一定顺序发生,工作强度有所变化,并互有重叠的活动。

### 2. 过程之间有相互的联系

项目生命周期的诸阶段也可以看作是大的管理过程,阶段之间和过程之间相互联系。启动过程接受上一个阶段交付的成果,经研究,确认下一阶段可以开始,并提出对下一阶段要求的说明;计划过程根据启动过程提出的要求,制订计划文件作为执行过程的依据;执行过程要定期编制执行进展报告,并指出执行结果与计划的偏差;控制过程根据执行报告制订控制措施,为重新计划过程提供依据。因此计划、执行、控制,这三个过程往往要周而复始循环多次,直到实现该阶段发起过程提出的要求,才能使结束过程顺利完成,为下一阶段准备好可交付的成果。由于这样一环扣一环的机制将各子过程和项目各阶段结合为整体,所以又叫整体化过程。

**(1) 项目管理过程组之间首先是一种前后衔接、承前启后的关系。**项目管理过程以项目启动(明确项目需求和目标)为起点,依次经过计划过程(制订项目计划)、执行过程(组织资源执行项目计划)、监控过程(跟踪控制调整),最后以项目收尾(实现项目目标)为终点。各个过程组之间的联系方式为“前一个过程的结果或输出是后一个过程的依据或输入”。

**(2) 项目管理过程组之间是一种信息收集、存储、处理和传递的关系。**在项目管

理过程中，需要搜集、储存、处理很多信息或文件，同时，也需要传递很多信息或文件，这些信息或文件在项目管理过程组之间进行流动和传递。这种传递关系有时并不是单向的，而是双向的。如“计划过程”首先要为“执行过程”提供项目计划文件，然后随着项目的进展，项目的“执行过程”反过来要为“计划过程”提供各种新的情况和更新资料。

**（3）项目的计划过程组、执行过程组和监控过程组之间形成一种闭环的关系。**在项目的执行过程中，人们经常对项目前一阶段的执行情况进行度量，并将实际度量的结果与项目计划进行比较，从而找出它们之间的偏差。在发现偏差后，人们还要进一步分析产生偏差的原因，并进而根据偏差的幅度和产生的原因对计划进行调整和对过程进行控制。形成的这种闭环关系可以使项目的执行与项目计划保持一致，可以改进项目执行的绩效，保证项目目标的实现。

**（4）项目管理过程组之间是一种动态的关系。**随着项目的不断进展，项目管理的具体内容将不断发生变化，项目管理过程组之间的关系也将不断发生变化。

**（5）项目管理过程组之间的相互作用和相互影响还会跨越不同的项目阶段。**通常，一个项目阶段收尾过程的输出就是下一个项目阶段启动过程的输入。由于每个项目阶段也可以划分为启动过程、计划过程、执行过程、监控过程和收尾过程等五个管理过程，这样，项目管理过程组之间的相互作用和相互影响还会跨越不同的项目阶段。过程组之间的相互作用和相互影响方式为前一阶段的“收尾过程”，会对下一阶段的“启动过程”发生作用（提供依据）。在项目的每个阶段重复启动过程，有助于使项目集中在它的商业目标上。如果发现项目的商业目标已经不复存在，或者项目不能实现项目的需求，项目将被终止。

**（6）在项目管理过程组之间是一种交错运行、空间上存在并行的关系。**项目管理过程组之间的界限并不明显，一个项目管理过程循环中各个管理具体过程之间的关系，在时间上并不完全是那种一个过程完成以后，另一个过程才能够开始的关系。一个管理过程循环中的各个管理具体过程在时间上会有不同程度的交叉和重叠。

**（7）在项目管理过程循环中，启动过程和收尾过程是两个非常关键的具体管理过程。**在每个项目阶段的执行过程尚未开始之前，项目管理的启动过程首先开始，它的作用就是正确地做出一个项目阶段是否应该开始的决策。相反，项目管理过程循环中收尾过程的关键工作是做出一个项目阶段是否结束的决策。这种决策是在确认一个项目阶段的任务已经成功完成和项目阶段目标已经实现的基础上做出的。

### 3. 项目阶段和过程之间有相互的联系

前一个阶段结束过程的可交付成果(输出)将成为下一阶段启动过程的根据(输入)。两个过程之间的交接同样要有可交付成果，每个过程的可交付成果都应准确、完整，包括一切必要的信息。

管理过程必要时可以反复和循环，这是项目过程与阶段的一个主要区别。

如图 13-16 所示，项目设计阶段的收尾过程，可以输出一份项目产出物的设计方案

和项目产出物的规定与要求，这些都是项目设计阶段的收尾过程的输出，而它们同时又是项目实施阶段启动过程所接受的输入。

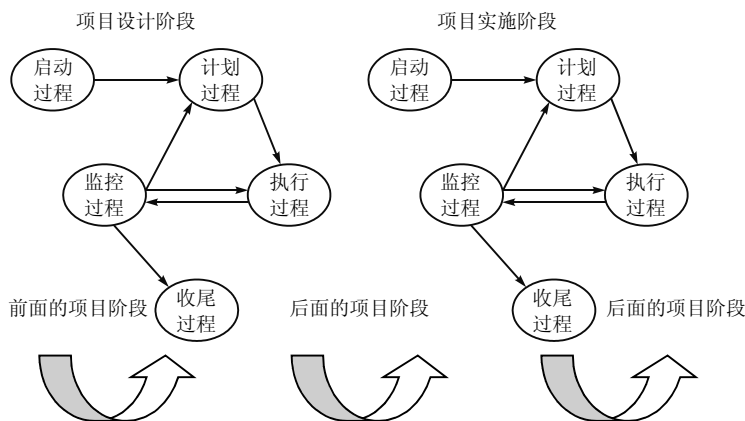


图 13-16 两个项目阶段之间的项目管理具体工作过程之间的相互作用

从图 13-16 中可以发现：

- (1) 每个项目都有一个明确的起点和终点；
- (2) 项目管理过程组之间在时间上有不同程度的交叉和重叠；
- (3) 项目的资源消耗最多发生在项目的执行阶段；
- (4) 控制过程贯穿整个项目始终。

#### 4. 过程的可交付成果

两个过程的交接都应有可交付的成果，切不可草草收兵，匆匆过场。可交付成果可以是书面文件、图片资料、样品、实物等。

例如，项目启动阶段以项目创意过程开始，写出项目创意报告；当该创意报告得到有关方面的首肯后，就可以进入下一个过程，编制项目建议书；若该建议取得多方支持，就又可开始一个新的过程，执行建议书的建议，进行可行性研究。

可交付成果的重要性在于：

(1) **项目是一次性、渐进的动态过程，是一个整体。**后面的管理过程都是前面过程的延续，对前面过程的不正确记载、说明和评价，都会在后面过程造成差错。

(2) **由于项目组织和人员的临时性，人员往往有变动。**由于后面介入的人员只能依靠前面过程的可交付成果开展工作。因此，要求每个过程的可交付成果都应完整，包括一切必要的信息。

#### 5. 子过程

每个基本过程均会涉及项目管理若干方面的事务。对这些不同方面事务的处理就是基本过程的子过程。前面子过程是后面子过程的依据；后面子过程又根据前面子过程的

成果，通过某种操作（使用各种技术、工具、手段和相关的资源），创造出新的成果。

各个基本过程的子过程通常不同。

多数项目的子过程有许多共同的内容，但一些特殊的项目往往要求增加或减少某些子过程。子过程和过程一样，要遵循一定的顺序，有时会互相搭接、反复和循环，它们相互关联，密切配合，成为项目整体中一个一个的环节。

例如，启动过程可以有制定项目章程和识别干系人；计划过程可以有制定项目管理计划、规划范围管理、规划进度管理、规划人力资源管理、规划成本管理、规划质量管理等各种子过程；执行过程可以有指导与管理项目工作、实施质量保证、组建项目团队等多个子过程；控制过程可以有监控项目工作、确认范围、控制范围、控制质量、控制沟通等子过程；结束过程可以有结束项目或阶段和结束采购等子过程。

### 13.2.6 项目管理过程组内部过程之间的相互关系和相互作用

项目的管理过程分为五个过程组，每个过程组内部又包括许多过程。不仅项目的过程组之间存在一定的相互关联和相互作用，同样，项目管理过程组内部过程之间也存在一定的相互关联和相互作用。这种相互关联和相互作用的方式为“前一个过程的结果或输出是后一个过程依据或输入”。

清晰了解项目管理过程组之间及每个过程组内部管理过程之间的相互关联和相互作用，对我们理解项目管理知识体系有着重要的意义。

### 13.2.7 项目管理过程图解

表 13-2 展示了 47 个项目管理过程同启动、计划、执行、监控和收尾 5 个项目管理过程组及 10 个项目管理知识领域的关系。

每一个必要的项目管理过程都与大部分活动所在的过程组对应起来。例如，当某个通常属于计划过程组的过程在执行期间重新使用或更新之后，修改过程仍然是在计划过程中进行的同一过程，而不是另外的新过程。

表 13-2 项目过程组、项目活动和项目知识领域之间的关系

知识领域	项目过程组				
	启动过程组	规划过程组	执行过程组	监控过程组	收尾过程
项目整合管理	制定项目章程	制定项目管理计划	指导与项目管理 工作	监控项目工作、实 施整体变更控制	结束项目或阶 段
范围管理		规划范围管理、收集 需求、定义范围、创 建工作分解结构		控制进度	



续表

知识领域	项目过程组				
	启动过程组	规划过程组	执行过程组	监控过程组	收尾过程
时间管理		规划进度管理、定义活动、排列活动顺序、估算活动资源、估算活动持续时间、制定进度计划		控制进度	
成本管理		规划成本管理、估算成本、制定预算		控制成本	
质量管理		规划质量管理	实施质量保证	控制质量	
人力资源管理		规划人力资源管理	组建项目团队、建设项目团队、管理项目团队		
沟通管理		规划沟通	管理沟通	控制沟通	
风险管理		规划风险管理、识别风险、实施定性风险分析、实施定量风险分析、规划风险应对		控制风险	
干系人管理	识别干系人	规划干系人管理	管理干系人参与	控制干系人参与	
采购管理		规划采购管理	实施采购	控制采购	结束采购

## 13.3 项目管理具体过程的描述

在一个项目管理过程循环中,由于各个管理具体过程之间是通过输出和输入而相互关联的,所以通过研究一个项目管理具体过程的输入和输出的关系,以及在将输入转换为输出的过程中所需要使用的工具与技术,就可以更好地描述项目管理过程、项目管理过程循环和项目各个管理具体过程。

### 13.3.1 项目管理具体过程的描述方法

对一个项目管理具体过程的描述涉及三个方面的要素,即输入、输出、工具与技术。这些要素的内容如下。

**(1) 输入。**这是一个项目管理具体过程从另一个项目管理具体过程所获得的各种给定的文件、信息和数据。它们是由另一个项目管理具体过程所生成的输出。一个项目管理具体过程的输入是一个项目阶段开展项目业务活动和管理工作的依据。

例如，一个计划过程所获得的输入是启动过程的输出，即是否启动一个项目阶段的决策信息与文件；而一个执行过程所获得的输入就是计划过程的输出，这既包括各种计划文件与信息，又包括相关的技术、组织和资源等方面的文件与信息。

**(2) 工具与技术。**这是指在一个项目管理具体过程中将输入转换成输出的活动所使用的技术和工具。其中，工具是指转换过程所采用的具体技术手段，技术是指转换过程中所使用的程序和做法。

例如，控制过程中使用的各种控制图表就属于工具的范畴，而所采用的事前控制、事中控制和事后控制的程序和做法就属于方法的范畴。同样，在计划过程中使用的甘特图属于工具，但是所采用的关键路径法（CPM）则属于方法的范畴。

**(3) 输出。**这是由一个项目管理具体过程所产生的，以文件或信息的形式给出的项目管理具体过程的工作结果。例如，一个规划过程的输出就是各种计划文件和相应的信息与数据。一般而言，一个项目管理具体过程的输出或者是另一个项目管理具体过程的输入，或者是下一个项目阶段的输入。例如，一个计划过程的输出就是组织过程和监控过程的输入，而一个结束过程的输出就是下一个项目阶段启动过程的输入。

### 13.3.2 项目管理具体过程的描述

一个项目管理过程循环中包括：启动过程、规划过程、执行过程、监控过程和收尾过程。有关这些项目管理具体过程的具体描述如下。

#### 1. 启动过程

启动过程是项目管理过程循环中具有首要性的管理具体过程，启动过程是一个项目或项目阶段的决策过程，这一过程的特性和要素如下。

**(1) 输入。**任何项目阶段启动过程的输入最重要的是有关决策支持的各种信息，这一过程的输入主要是前一个项目阶段的收尾过程的输出。

**(2) 工具与技术。**这一项目管理具体过程所使用的主要工具与技术包括各种决策分析工具与技术，以及项目管理决策特定的工具与技术。例如，决策树、层次分析法、可行性分析工具、风险决策技术等。

**(3) 输出。**这一项目管理具体过程的输出是关于一个项目或项目阶段是否应该启动的决策及其相关文件和信息。

#### 2. 计划过程

项目或项目阶段的计划过程是一个预测和筹划的过程，这一过程的具体要素如下。

**(1) 输入。**通常，计划过程最主要的输入是启动过程给出的输出，其次是控制过程和执行过程给出的各种信息反馈。计划过程所需输入的信息较多，既有决策性的文件或信息，也有有关项目目标、要求、技术规范、实施条件、成本费用、资源供应等方面的信息。

**(2) 工具与技术。**计划过程所使用的工具与技术很多，主要可以分为两大类。其一是常规性的计划工具与技术，其二是项目管理专用的计划工具与技术。项目专用的计划技术主要包括：项目工作分解结构（WBS）、关键路径法（CPM）、计划评审技术（PERT）、甘特图（Gantt）等项目工期计划工具与技术；项目工程量测量与计算、项目单位成本估算和统计分析等项目成本估算和计划的技术；项目的风险识别、风险分析、风险量化和模拟仿真等项目风险计划使用的工具与技术等。

**(3) 输出。**计划过程的输出就是上述计划过程所生成的计划文件及其支持细节信息，这包括项目或项目阶段的集成计划与各种项目专项计划，以及一些与这些计划相关的支持细节信息和文件。

### 3. 执行过程

执行过程又被称为实施过程，它是组织各种资源开展项目实施作业的过程。这一过程的各方面描述如下。

**(1) 输入。**这一管理具体过程的输入主要有两个，一个是在计划过程中所制订的各种计划及其相关细节信息与文件，另一个是项目的各种技术和组织，以及管理文件。其中，这一过程需要输入的计划文件和信息主要有：项目或项目阶段的集成计划，项目工期、成本、质量、资源、沟通、风险管理等专项管理计划。

**(2) 工具与技术。**执行过程所使用的工具与技术主要分为两大类，其一是项目所属专业领域的相关的专业工具与技术，其二是在项目实施的管理中专用的各种工具与技术。在项目实施中专用的工具与技术包括：项目团队的组织、项目绩效度量技术、劳动分工和组织管理技术等。

**(3) 输出。**执行过程的输出主要是项目实施过程中所产生的项目产出物和相关的各种组织管理方面的说明文件与反馈信息。其中，项目产出物和相关的项目组织管理文件将作为项目实施过程的输出传递给后续的结束过程，而执行过程的反馈信息将作为计划过程和控制过程的输入使用。

### 4. 监控过程

监控过程是确保一个项目或项目阶段产出物的质量和项目工作的质量，以及项目实施绩效的一种项目管理具体过程。

**(1) 输入。**这一过程的主要输入有两个方面，其一是计划过程给出的各种计划和目标信息，以及相关的变更信息；其二是执行过程给出的各种实际工作绩效结果信息。

**(2) 工具与技术。**控制过程所使用的工具和方法主要是常规性的控制技术与方法，以及项目专用的控制技术与方法。例如，项目实施情况评审会议，项目绩效度量工具与技术，项目控制图表，项目控制用的核查表和核查单，以及 ISO 10006 规定的项目质量控制技术和方法等。

**(3) 输出。**控制过程的输出包括两个部分，其一是为计划过程提供的项目实施绩效的反馈信息；其二是为收尾过程提供的各种项目控制结果文件和信息。这些控制过程给

出的输出是一个项目或项目阶段的项目控制工作过程或结果。

### 5. 收尾过程

项目或项目阶段的收尾过程的主要任务是完工与交付工作，这一过程的要素特征如下。

**(1) 输入。**收尾过程的输入来自三个方面，其一是计划过程给出的项目目标和计划指标等信息；其二是执行过程给出的项目或项目阶段的产出物及项目实施管理的相关信息；其三是控制过程给出的项目或项目阶段的控制过程与结果的信息。收尾过程将利用这三方面的输入，确定项目或项目阶段是否可以结束或者需要进行哪些方面的返工等。

**(2) 工具与技术。**收尾过程中使用的主要工具与技术是项目质量检验的工具与技术 and 项目文档化管理的工具与技术，以及各种财务结算、支付管理、责任确认等方面的工具与技术。

**(3) 输出。**收尾过程的最终输出包括两个方面，其一是有关项目或项目阶段是否已经达到为该项目设定的目标和制订的计划；其二是有关项目或项目阶段实际工作结果的移交（实物和文件）。这两个方面的输出有时作为项目下一个阶段的启动过程的输入（如果项目还有后续阶段的话），有时作为整个项目的最终结果（如果项目没有后续阶段的话）。

## 13.4 项目管理过程的具体选择和运用

项目管理过程、项目管理过程循环和项目管理具体过程都是现代项目管理的客观要求，它们在大多数情况下适用于各种各样的项目管理。但是由于对于具体的项目而言，不同的项目会有不同的项目管理活动和项目管理过程，而且各种项目管理具体过程之间的相互关系和相互作用也会不同。因此必须根据一个具体项目所属的专业领域和特征，选择和确定项目管理活动和相应的项目管理过程。

在项目管理过程的具体选择和运用中，需要做好如下几个方面的工作。

### 1. 不同专业的项目选用不同的项目管理过程

不同专业的项目其管理过程是不尽相同的，一个具体的项目可能不需要某些项目管理过程。

例如，一个经常使用承包商的项目组织（比如，房地产开发商）需要制订一个承包发包计划，以便开展项目承包发包的招投标活动。但是由于一个企业的新产品自行开发项目可能不需要承包商，因此就不需要这种承包发包（或叫招投标）的项目管理活动。一般对于业务项目而言，项目承包发包管理活动是一个非常重要的项目管理内容，但是对于一个企业自我开发项目就不涉及这类项目承包发包的管理过程。

## 2. 不同项目的管理过程会有不同的管理具体过程

由于不同的项目会有不同的管理阶段和管理工作，内容当然也不同。因此在许多情况下，不同的项目会有不同的项目管理过程循环和不同的项目管理具体过程。

例如，项目管理过程组中的计划过程对于不同的项目和项目阶段而言，在内容上会有很大的不同。同时，不同项目管理过程循环中的管理具体过程的选用也会不同，有些项目阶段的结束过程和启动过程就可以合并成一个“结束与启动合一的过程”。

例如，一个家庭装修项目的项目管理过程循环与举办奥运会这种大型项目的管理过程循环就完全不同。因为举办奥运会这样的超大型项目不仅需要有多个阶段，而且各个阶段的工作内容十分繁杂，需要进一步分解成场馆建设、比赛组织、生活、交通、志愿者服务等一系列子项目去分别完成。

## 3. 不同项目的管理过程会有不同的管理具体过程安排顺序

不同项目的管理过程会有不同的工作顺序，根据实际情况，在一个具体的项目中，项目的某个项目管理过程会提前开展，而有的会错后开展。

例如，对于在很大程度上依赖独特资源的项目（如高级软件的开发项目、特殊生物制药的研制项目、各种科研基金资助的研究项目等），在编制项目计划和定义项目范围等管理工作开展之前，首先要确定出项目的主要角色、主要人选及其责任，因为这类项目的成败主要取决于是否具有合适的關鍵人选。在这种情况下，项目的计划过程就会错后开展，就需要在确定了项目的主要资源和角色之后，根据主要资源和角色的情况再去制订项目的具体计划。

## 4. 不同项目的管理过程会有不同的前提条件和要求

不同项目的管理过程会有一些不同的前提条件或事先给出的约束要求，然后根据这些前提条件和约束要求开展相应项目的具体管理活动，这些约束条件会改变某些项目管理过程。

例如，项目计划管理人员通常会要求项目的决策者首先确定出一个项目的完工日期，然后再开展项目的计划编制工作，而不是通过开展计划过程来确定一个项目的完工日期。实际上，在大多数情况下，一个项目或项目阶段的工期、成本、预算、质量等的计划过程都需要有预先决定的前提条件与约束要求，然后才能开展计划过程的具体工作。

## 5. 不同项目的管理过程需要不同的集成管理程度

不同项目的管理过程需要不同的集成管理程度，大项目与一般项目管理过程的集成程度不同。对大型项目来说，由于其管理集成程度要求很高，因此需要对项目管理过程进行详细的细分。

例如，奥运会这样的大项目不但要求有专门的项目分解和项目阶段的细分方案与计划，而且要有分年度的集成计划和分具体项目或子项目的集成计划。在项目集成管理的

深度方面，大项目也要比一般项目更为深入。例如，在对风险的识别和控制方面，大项目需要进一步将风险细分为成本风险、进度风险、技术风险、质量风险、不可抗力事件等各种风险，去进行深入的分析、识别和控制等管理工作。

#### 6. 不同项目有不同的项目管理过程的简化程度

不同项目的管理过程也可以有不同的简化程度，小型项目或子项目与大项目相比，其管理过程就可以大大简化。对于小项目或子项目而言，由于它的时间短，难度比较小，环境和条件都比较确定，任务和工作也比较具体，其管理过程相对简单，所以它的项目管理过程循环和项目管理具体过程就可以大大简化，甚至有一些项目管理的具体工作过程都可以省略。

例如，有些小项目可以只有一个阶段，而且其项目风险的识别与分析等都可以省略。因为项目小和时间短，所以项目条件和情况多数是确定的，风险很小，不必专门开展项目风险管理。对于子项目来说，由于许多东西在总体项目层次上已经确定或决策了，所以子项目的一些具体管理过程就可以省略了。

#### 7. 变更会使项目管理过程也随之发生变动

所谓项目变更是指在项目的实现过程中所出现的各种项目设计变更（如项目技术开发人员认为原设计存在缺陷而修改了设计方案）、项目业主或承包商提出的变更（如承包商实施中遇到事先未能预见的特殊事件而提出变更、业主不满意项目实际结果而提出变更等）等。项目变更多数情况需要对项目的实施和管理做必要的变更，当发生这种情况的时候，项目的管理过程必须随之进行必要的变更。在这种情况下，甚至需要对项目管理具体过程做必要的变更，可见此时首先要对项目的变更做出明确的界定、说明和仔细的评估，进一步还要根据这些项目变更对项目管理过程甚至项目管理具体过程做必要的变动。

## 第 14 章 项目立项与招投标管理

项目立项是项目正式实施之前不可缺少的程序，一般要先经过项目机会研究、项目可行性研究、项目论证与评估等几个阶段。

对于需要招投标的项目，招投标管理也是项目实施之前的重要工作。

根据《信息系统项目管理师考试大纲》，本章重点要求考生掌握以下几方面的知识。

- 项目的机会选择。
- 可行性分析及可行性分析报告编写。
- 项目论证与评估。
- 项目招投标流程及管理。

### 14.1 项目的机会选择

项目机会研究是项目立项的第一步，其目的是选择投资机会、鉴别投资方向。国外投资者一般从市场和技术两方面寻找项目投资机会，但在国内必须首先考虑到国家有关政策和产业导向。

#### 1. 从政策导向中寻找项目机会

项目机会研究的政策导向性依据主要包括国家、行业和地方科技发展和经济社会发展的长期规划与阶段性规划，这些规划一般由国务院、各部委、地方政府及主管厅局发布。

#### 2. 从市场需求中寻找项目机会

除基础性研究项目、公益性项目，以及涉及国防和国家安全的项目外，绝大多数投资项目都要从市场中取得回报。市场需求是决定投资方向的主要依据，投资者应从市场分析中选择项目机会。

市场分析是一项非常复杂的工作，不仅应客观地分析市场现状（是供不应求，还是供过于求），还应科学地预测未来市场的发展趋势（高速增长，平稳发展，还是逐渐衰退）。更重要的是，必须清楚地了解主要竞争对手的产品、市场份额，以及他们正在做什么、下一步打算做什么。

市场分析必须考虑到潜在的市场风险，应该考虑到最坏的可能，以及出现这种最坏可能的概率是多少、可采用什么办法规避风险。但投资者也应意识到，没有任何风险的项目是不存在的，风险中往往蕴藏着机会，风险大的项目可能赢利也要大一些。投资者应根据自身的经营策略与资金性质，决定可以接受的风险程度。

### 3. 从技术发展中寻找项目机会

信息技术发展迅速，日新月异，新技术也会带来新的项目机会。例如，中文桌面出版系统原来主要针对纸媒体的印刷出版，随着网络技术的迅速发展，传统的桌面出版系统有必要发展为纸面出版与网络出版于一体的泛出版（Pan-publishing）系统。

目前网络技术、移动通信技术、中间件技术、嵌入式技术、信息安全技术、电子支付技术、新一代因特网技术发展较快，基于这些新技术的应用系统前景广阔。

### 4. 从特定事件中寻找项目机会

除了以上谈到的从政策导向、市场需求和技术发展中寻找项目机会之外，有时特定的事件也能给我们带来项目机会。例如，2001年泼水节期间，中国贝叶文化研究会决定出版西双版纳傣文古籍《中国贝叶经全集》100卷，但当时的傣文计算机排版系统只能处理1955年简化之后的西双版纳新傣文。为了完成《中国贝叶经全集》的出版，2003年1月1日，一套能同时处理西双版纳新老傣文的新一代傣文出版系统应运而生。

## 14.2 可行性分析及可行性分析报告

为避免盲目投资，在决定一个信息系统项目是否应该立项之前，需要对项目的背景、意义、目标、开发内容、国内外同类产品和技术、本项目的创新点、技术路线、投资额度与详细预算、融资措施、投资效益，以及项目的社会效益等多方面进行全面的评价，对项目的技术、经济和社会可行性进行研究。

### 14.2.1 可行性分析

信息系统项目可行性分析的目的，就是用最小的代价在尽可能短的时间内确定以下问题：项目有无必要？能否完成？是否值得去做？

#### 1. 项目的必要性分析

首先应确定信息系统项目的目标，即本项目想解决哪些问题。

信息系统目标明确之后，如果目前已经有一个（或几个）信息系统正在被人使用，就需要认真分析现有的信息系统。显然，如果现有的信息系统是完美无缺的，完全可以实现新系统的目标要求，谁都不会提出开发新系统的要求。通常情况下，现有系统必然



存在某些缺陷,无法完全实现新系统的目标要求。但这一点并不能成为开发新系统的理由,我们还应仔细分析现有系统对于新系统目标的实现程度如何,不能实现某个具体目标的原因是什么,经过改进性维护能否实现这些目标。

如果现有的信息系统经过简单的改进性维护可以实现新的系统目标,就没必要重新开发一个新系统。但在以下情况下,有必要开发新的信息系统。

(1) 原有系统开发不规范,缺少必要的技术文档,原开发人员跳槽,新接手的开发人员很难维护原有系统,维护成本可能会接近甚至超过新开发的成本。

(2) 原系统采用落后的设计技术或因设计人员的水平所限,系统架构设计不合理,难以扩充和修改。

(3) 原系统设计虽然合理,也考虑到了日后的扩充,或因业务发展太快,远远超过原来的设想,量变引起质变。

(4) 原系统开发工具已过时,用落后的开发工具继续维护还不如用新的开发工具重新开发。

(5) 原系统所用的硬件或软件平台已过时,继续维护原有平台已无必要,需要开发基于当前流行平台的新系统。

在分析新系统项目开发的必要性时,一定要注意识别是真的“必要”还是假的“必要”。某些开发单位,由于重开发,轻维护,新系统开发人员的地位和待遇远远高于现有系统的维护人员,维护人员考虑到开发新项目的高待遇和成就感,为尽快转入新项目的开发,极力夸大原有系统维护的技术难度和工作量,主张开发新系统,他们所提出的对比分析(维护 VS 新开发)结果往往是有倾向性的。因此,应选择那些与项目本身无利害关系的技术专家进行项目必要性分析。当然,更重要的是,缩小现有系统维护人员和新系统开发人员的收入差距。

另外,某些信息系统开发商往往利用客户(用户)“喜新厌旧”的心理,出于宣传和经营的需要,每隔几年,即使没有太大的功能性和技术性突破,也要策划开发新的系统。有时当竞争对手推出或即将推出新系统时,为保住自己的市场份额,即使条件不具备,也要迅速推出新的系统。这些问题,应属于市场运营策略的范畴,在此不再赘述。

## 2. 项目的可能性分析

项目的可能性分析主要研究能否利用现有的或可能拥有的技术能力、资金、人力资源和物资等方面的条件来实现信息系统的目标、功能、性能和其他指标,能否在规定的时间内完成整个项目。由于项目的可能性分析以技术分析为主,因此也称为技术可行性分析。

项目可能性分析的主要内容如下。

(1) **企业能力分析**。主要包括企业研发能力、生产及营销能力、资金管理能力和其他特殊能力的分析。研发能力,包括企业的研发队伍和资金投入,以及近年来取得的研究开发成果。生产及营销能力,包括企业具备的生产条件、经营模式和市场策划能力、

销售渠道等。资金管理能力，包括应收账款、应付账款的管理策略和回收及支付能力，是否得到过银行贷款并能够按期偿还，是否有银行颁发的资信等级证书等。其他特殊能力，包括已获得的质量认证、高新技术企业认证，以及其他特殊资格或证明等。

**(2) 项目技术来源分析。**项目技术来源主要包括以下几种情况：

- 自主开发，指在产品规划、产品的概念开发、产品的系统设计、产品的详细设计、产品的测试与改进、产品试用中以自身企业为主体进行考虑，拥有完全的决策权；
- 产学研合作开发，应明确合作方式（委托开发还是技术入股），以及技术成果的所有权与使用权；
- 使用国内其他单位或个人技术，也应明确是技术转让还是技术入股，以及技术成果的所有权是否转移等；
- 引进国外技术本企业消化创新，指产品开发、设计中所用的技术属于国外技术，由本企业引进后，在此基础上消化、吸收，再创新。

高新技术产业化项目还应明确其技术来源的科技计划（基金）类别，例如：

- 国家科技攻关计划；
- 国家高技术研究发展计划（863 计划）；
- 国家重点基础研究计划（973 计划）；
- 国家自然科学基金；
- 国家级其他科技计划（基金）；
- 国务院各部委科技计划（基金）；
- 地方科技计划（基金）；
- 民间基金；
- 海外基金；

**(3) 与项目相关的专利分析。**应仔细研究相关专利的全部信息，例如：

- 专利号码；
- 专利名称；
- 专利类型；
- 专利权人，包括申请人名称和申请人性质（单位、个人）。如果专利申请人是一个单位，应明确专利申请单位与项目承担单位的关系（同一单位、是项目承担单位的主管单位、存在股权关系、不存在股权及主管关系、合作关系）；如果专利申请人是自然人，应明确专利申请人和项目承担单位的关系（法定代表人、技术负责人、股东、非股东）。
- 专利进展情况（申请、已签发受理通知书和专利申请号、签发授权通知书正在公告申请文件、已颁发专利证书）。
- 专利范围（国内专利、国际专利及申请地）。

**(4) 项目负责人及技术骨干的资质分析。**应仔细分析项目负责人及技术骨干的以下信息：

- 学历;
- 专业 (包括所学专业 and 目前从事的专业);
- 职称;
- 技术经历;
- 近期主要科技成果;
- 近期主要论文与专著;
- 近期获得的主要奖励 (科技类);
- 目前与项目承担单位之间的关系 (全职、兼职、股东、非股东)。

**(5) 项目总体技术方案分析。**应着重分析:

- 项目所依据的技术原理;
- 主要技术与性能指标;
- 项目拟执行的质量标准类型、质量标准名称。

**(6) 项目创新点分析。**按创新点分条目分析:

- 创新类别 (理论创新、应用创新、技术创新、工艺创新、结构创新);
- 创新内容 (新旧对比)。

**(7) 项目技术可行性分析。**应主要从以下几个方面进行分析:

- 国内外相关技术研究开发现状分析;
- 项目研究内容分析;
- 项目涉及的关键技术分析;
- 项目技术指标分析;
- 项目技术路线分析;
- 项目技术实现依据分析 (文献、专利、发明、研究成果);
- 项目技术实现主要面临的风险分析;
- 项目风险应对措施分析。

**(8) 项目技术成熟性分析。**应主要从以下几个方面进行分析:

- 关键技术成熟性分析 (包括采用的现有成熟关键技术、已攻克的关键技术、待研究的关键技术等);
- 项目采用的关键技术是否通过技术鉴定 (已鉴定、尚未鉴定)、鉴定单位、鉴定意见、鉴定时间;
- 项目采用的关键技术是否获得国家、部门或地方科技计划的支持 (已获得、尚未获得)、计划的名称、获得支持的时间。

**(9) 项目产品化分析。**应着重分析:

- 项目产品形态分析 (消费产品、工业产品、工业中间产品、技术服务、其他);
- 项目产品用途分析;
- 项目产品性能、比较优势分析;
- 项目产品生产方式分析 (自我加工、委托加工);

- 项目产品生产条件分析；
- 项目产品目标分析（样品、中试、批量生产、规模生产）；
- 项目产品化实施计划的进度分析（项目产品化的阶段目标及每个阶段主要工作内容）；
- 项目产品拟执行的质量标准类型分析（国际标准、国家标准、行业标准、地方标准、企业标准、其他）；
- 项目产品应取得的相关许可认证证书分析；
- 通过本项目实施企业新获得的相关资质证书分析。

### 3. 项目投资及效益分析

明确了项目的必要性和可能性之后，还要从投入产出的角度分析项目值不值得去做。项目投资及效益分析，也称经济可行性分析，主要对整个项目的投资及所产生的经济效益进行分析。

**（1）项目投资预算分析。**项目资金可分为固定资金和流动资金，也可分为一次性支出的资金和非一次性支出的资金，还可分为研发资金和非研发资金。无论采用哪种分法，一般都包括以下几项：

- 研发费用；
- 设备、仪器、软件购置费用；
- 原材料费用；
- 会议、差旅、调研费用；
- 技术合作费用；
- 能源动力费用；
- 资料、印刷、光盘制作、论文专著出版费用；
- 设备、仪器、实验室租赁费用；
- 样机（系统）试制费用；
- 测试费用；
- 中试费用；
- 鉴定、验收费用；
- 不可预计的其他费用。

**（2）项目投资来源分析。**通常，一个信息系统项目的投资可来自以下几个方面：

- 国家（或部、省、市）科技计划资金；
- 地方（或部门）匹配资金；
- 企业（单位）自筹资金；
- 客户（用户）的委托开发资金或系统定金；
- 银行贷款。

如果项目可行性分析的目的是申请国家（或部、省、市）科技计划资金，一般应要

求地方（或部门）匹配资金和企业（单位）自筹资金达到一定的比例。例如，申请工业和信息化部电子发展基金时，企业自筹资金（包括银行贷款）应不低于所申请的基金数额；申请科学技术部科技型中小企业技术创新基金时，地方匹配资金应不低于所申请基金数额的50%，企业自筹资金（包括银行贷款）应不低于所申请的基金数额；申请国家高技术研究发展计划（863计划）项目（应用类）时，地方匹配资金一般应不低于所申请的基金数额，企业自筹资金（包括银行贷款）一般应不低于所申请基金数额的两倍；申请国家科技攻关计划项目（应用类）时，申请额度控制在总投资额的10%~30%之间比较合适；申请国家发展和改革委员会国家高技术产业化项目时，申请额度控制在总投资额的10%~20%之间比较合适。对于没有明确规定资金构成比例的各种科技计划或基金（应用类），建议企业自筹资金（包括银行贷款）不低于所申请基金数额的两倍。至于企业自配资金与银行贷款的比例，一般不做具体要求。如果企业流动资金比较紧张，可以多贷一些，但贷款额不能大于企业固定资产（除非有其他单位担保）。如果企业流动资金比较充足，可以少贷一些，也可以不贷。

**（3）市场需求与产品销售额分析。**项目效益分析主要涉及产品销售额、盈亏平衡点、利润、投资回收期、投资收益率等经济指标。所有指标均建立在市场分析的基础上。

市场分析的关键因素是对项目产品在其生命期内的市场需求量做出估计。可以从以下角度进行分析：

① **市场的地域范围。**例如，维吾尔、哈萨克、柯尔克孜文处理软件主要在新疆维吾尔自治区和北京市销售，可能扩展到哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、乌兹别克斯坦和其他中亚国家；藏文处理软件主要在西藏自治区、青海省、甘肃省、四川省、云南省和北京市销售；傣文处理软件主要在云南省销售，可能扩展到泰国、缅甸、老挝、越南和印度。

② **产品面向的行业。**例如，专业型排版软件主要面向报社、出版社、印刷厂和大学，普通型排版软件则主要面向政府机关、企事业单位和家庭。

③ **同类产品的竞争。**应仔细分析目前市场上同类产品的生产厂家，以及他们所占的市场份额，如果项目承担厂商也有产品（项目的前一代产品）在市场上销售，原有产品所占的市场份额是确定新产品市场份额的重要依据。如果有可能的话，还应了解竞争对手正在开发什么样的新产品，什么时间推出。

如果项目开发者也同时是项目产品的生产者，还应分析其生产能力。

分析项目产品的生产规模和销售额时，应从项目完成之日起逐年分析。根据信息系统的特点，产品生命期一般可确定为5年。通常第1年的销售额稍低一些，第2、3年达到高峰，随后开始下降，5年之后将被更新的产品所取代。某些软件产品的生命期可能更短，甚至只有3年的时间。对于某些销售比较平稳的产品，可以直接分析其年平均销售额，而不必进行逐年分析。

**（4）产品成本、利润与盈亏平衡点分析。**销售额确定之后，还应分析产品成本的构成。一般来讲，产品成本分为固定成本和动态成本。固定成本与销售额无关，如广告

宣传费、固定资产折旧费、管理费等。动态成本与销售额成正比，如原材料费等，动态成本与销售额的比例称为动态成本率。产品利润的计算公式如下：

$$\text{产品利润} = \text{销售额} \times (1 - \text{动态成本率}) - \text{固定成本}$$

扣除各种税金之后的利润称为税后利润或净利润，与此相对应，未扣除税金的利润称为税前利润或利税总额。

由于固定成本的存在，如果销售额达不到一定的额度，利润就是负的。使利润为 0 的销售额称为盈亏平衡点。盈亏平衡点的计算公式如下：

$$\text{盈亏平衡点} = \text{固定成本} / (1 - \text{动态成本率})$$

例如，某产品每年固定成本为 160 万元，动态成本为销售额的 50%，则

$$\text{盈亏平衡点} = 160 / (1 - 0.5) = 320 \text{ 万元}$$

按年销售额 1600 万元计算，年利税总额为：1600×(1-0.5)-160=640 万元。如果应上缴各种税金共 180 万元，则净利润为 460 万元。

进行可行性分析时应注意，如果预期销售额与盈亏平衡点过于接近（预期销售额小于盈亏平衡点的两倍），该项目将是十分危险的。

#### （5）投资回收期、投资收益率分析。

项目投资回收期(税前)=投资总额÷(年平均税前利润+年折旧)

项目投资回收期(税后)=投资总额÷(年平均税后利润+年折旧)

投资收益率=总收益/总投资

对于国家全部或部分投资的项目，基于税前和税后利润的两种投资期均应计算，对于完全由企业投资的项目，只计算后一种就可以了。

还有一种基于净现金流量的投资回收期算法，计算公式如下：

$$\begin{aligned} \text{项目投资回收期} = & (\text{累计净现金流量开始出现正值年份数} - 1) + \\ & (\text{上年累计净现金流量绝对值} / \text{当年净现值}) \end{aligned}$$

例如，某项目前 3 年的累计净现金流量分别为-180 万、-60 万、60 万，第 3 年的净现值为 120 万，则

$$\text{项目投资回收期} = (3 - 1) + (60 / 120) = 2.5 (\text{年})$$

也有一种基于净现值的外部收益率和内部收益率算法，在此不再赘述。

（6）社会效益分析。社会效益分析就是从国家的角度，评价项目对社会的实际贡献。例如，某些少数民族文字处理软件，经济效益不一定太高，但对于促进少数民族地区的文化教育和社会进步有着重要的意义。

对于申请国家拨款的项目，应充分分析其社会效益。

### 14.2.2 可行性分析报告

编写信息系统可行性分析报告时,可参照《GB/T 8567—2006 计算机软件产品开发文件编制指南》(*Guidelines for Computer Software Product Development Documentation*)所规定的计算机软件产品可行性分析报告的内容与书写格式。

根据 GB/T 8567,可行性分析报告应该包括以下内容:

- 引言;
- 可行性研究的前提;
- 对现有系统的分析;
- 可选的方案;
- 所建议的系统;
- 投资及效益分析;
- 社会因素方面的可行性;
- 结论。

#### 1. 引言

引言部分应包括编写目的、背景、定义和参考资料。

**(1) 编写目的。**说明编写本可行性分析报告的目的,指出预期的读者。

**(2) 背景。**

- 所建议开发的信息系统的名称;
- 本项目的任务提出者、开发者、用户及实现该系统的单位或计算机网络;
- 该软件系统同其他系统或其他机构的基本的相互来往关系。

**(3) 定义。**列出本文件中用到的专门术语的定义和外文首字母组词的原词组。

**(4) 参考资料。**列出用得着的参考资料,例如:

- 本项目经核准的计划任务书或合同、上级机关的批文;
- 属于本项目的其他已发表的文件;
- 本文件中各处引用的文件、资料,包括所需用到的软件开发标准。

列出这些文件资料的标题、文件编号、发表日期和出版单位,说明能够得到这些文件资料的来源。

#### 2. 可行性研究的前提

应说明对所建议的开发项目进行可行性研究的前提,如要求、目标、假定、限制等。

**(1) 要求。**说明对所建议开发的软件的基本要求,例如:

- 功能;
- 性能;
- 输出,包括报告、文件或数据,对每项输出要说明其特征,如用途、产生频度、接口以及分发对象;

- 输入，包括数据的来源、类型、数量、数据的组织以及提供的频度；
- 处理流程和数据流程，用图表的方式表示出最基本的数据流程和处理流程，并辅之以叙述；
- 在安全与保密方面的要求；
- 同本系统相连接的其他系统；
- 完成期限。

**(2) 目标。**说明所建议系统的主要开发目标，例如：

- 人力与设备费用的减少；
- 处理速度的提高；
- 控制精度或生产能力的提高；
- 管理信息服务的改进；
- 自动决策系统的改进；
- 人员利用率的改进。

**(3) 条件、假定和限制。**说明对这项开发中给出的条件、假定和所受到的限制，例如：

- 所建议系统的运行寿命的最小值；
- 进行系统方案选择比较的时间；
- 经费、投资方面的来源和限制；
- 法律和政策方面的限制；
- 硬件、软件、运行环境和开发环境方面的条件和限制；
- 可利用的信息和资源；
- 系统投入使用的最晚时间。

**(4) 进行可行性研究的方法。**说明这项可行性研究将是如何进行的，所建议的系统将是如何评价的。摘要说明所使用的基本方法和策略，如调查、加权、确定模型、建立基准点或仿真等。

**(5) 评价尺度。**说明对系统进行评价时所使用的的主要尺度，如费用的多少、各项功能的优先次序、开发时间的长短及使用中的难易程度。

### 3. 对现有系统的分析

分析现有系统的目的是为了进一步阐明建议开发新系统或修改现有系统的必要性。

**(1) 处理流程和数据流程。**说明现有系统的基本的处理流程和数据流程。此流程可用图表即流程图的形式表示，并加以叙述。

**(2) 工作负荷。**列出现有系统所承担的工作及工作量。

**(3) 费用开支。**列出由于运行现有系统所引起的费用开支，如人力、设备、空间、支持性服务、材料等项开支，以及开支总额。

**(4) 人员。**列出为了现有系统的运行和维护所需要的人员的专业技术类别和数量。



(5) **设备**。列出现有系统所使用的各种设备。

(6) **局限性**。列出本系统主要的局限性，例如，处理时间赶不上需要，响应不及时，数据存储能力不足，处理功能不够等。并且要说明，为什么对现有系统的改进性维护已经不能解决问题。

#### 4. 可选择的方案

详细说明曾考虑过的每一种可选择的系统方案，包括需开发的和可从国内外直接购买的，并说明它未被选中的理由。如果没有供选择的系统方案可考虑，则省略这一点。

#### 5. 所建议的系统

所建议的系统包括：对所建议的系统的说明、数据流程和处理流程、与原系统的比较、影响和局限性。其中影响又包括：设备、软件、运行、开发、环境和经费。

#### 6. 投资及效益分析

(1) **支出**。对于所选择的方案，说明所需的费用。如果已有一个系统，则包括该系统继续运行期间所需的费用。包括基本建设投资、其他一次性支出和非一次性支出。

① 基本建设投资。包括采购、开发和安装下列各项所需的费用，例如：

- 房屋和设施；
- ADP 设备；
- 数据通信设备；
- 环境保护设备；
- 安全与保密设备；
- ADP 操作系统的和应用的软件；
- 数据库管理软件。

② 其他一次性支出。包括下列各项所需的费用，例如：

- 研究（需求的研究和设计的研究）；
- 开发计划与测量基准的研究；
- 数据库的建立；
- ADP 软件的转换；
- 检查费用和技术管理性费用；
- 培训费、差旅费及开发安装人员所需要的一次性支出；
- 人员的退休及调动费用等。

③ 非一次性支出。列出在该系统生命期内按月、季或年支出的用于运行和维护的费用，包括：

- 设备的租金和维护费用；
- 软件的租金和维护费用；
- 数据通信方面的租金和维护费用；

- 人员的工资、奖金；
- 房屋、空间的使用开支；
- 公用设施方面的开支；
- 保密安全方面的开支；
- 其他经常性的支出等。

**(2) 收益。**对于所选择的方案，说明能够带来的收益，这里所说的收益，表现为开支费用的减少或避免、差错的减少、灵活性的增加、动作速度的提高和管理计划方面的改进等，包括一次性收益、非一次性收益和不可定量的收益。

① 一次性收益。说明能够用人民币数目表示的一次性收益，可按数据处理、用户、管理和支持等项分类叙述，例如：

- 开支的缩减。包括改进了的系统运行时所引起的开支缩减，如资源要求的减少，运行效率的改进，数据进入、存储和恢复技术的改进，系统性能的可监控，软件的转换和优化，数据压缩技术的采用，处理的集中化/分布化等。
- 价值的提升。包括由于一个应用系统的使用价值的增加所引起的收益，包括资源利用率的改进，管理和运行效率的改进以及出错率的减少等。
- 其他。如从多余设备出售回收的收入等。

② 非一次性收益。说明在整个系统生命期内由于运行所建议系统而导致的按月的、按年的能用货币表示的收益，包括开支的减免。

③ 不可定量的收益。逐项列出无法直接用货币表示的收益，如服务的改进，由操作失误引起的风险的减少，信息掌握情况的改进，组织机构给外界形象的改善等。有些不可捉摸的收益只能大概估计或进行极值估计（按最好和最差情况估计）。

**(3) 收益/投资比。**求出整个系统生命期的收益/投资比值。

**(4) 投资回收期。**求出收益的累计数开始超过支出的累计数的时间。

**(5) 敏感性分析。**敏感性分析是指一些关键性因素，如系统生命期长度、系统的工作负荷量、工作负荷的类型与这些不同类型之间的合理搭配、处理速度要求、设备和软件的配置等变化时，对开支和收益影响最灵敏的范围的估计。在敏感性分析的基础上做出的选择当然会比单一选择的结果要好一些。

## 7. 社会因素方面的可行性

说明对社会因素方面的可行性分析的结果，包括：

**(1) 法律方面的可行性。**法律方面的可行性问题很多，如合同责任、侵犯专利权、侵犯版权等方面的陷阱，软件人员通常是不熟悉的，务必要注意研究。

**(2) 使用方面的可行性。**例如，从用户单位的行政管理、工作制度等方面来看，是否能够使用该软件系统；从用户单位的工作人员的素质来看，是否能满足使用该软件系统的要求等，都是需要考虑的。

## 8. 结论

在编制可行性分析报告时，必须有一个分析结论。结论可以是：

- (1) 可以立即开始进行；
- (2) 需要推迟到某些条件（例如资金、人力、设备等）落实之后才能开始进行；
- (3) 需要对开发目标进行某些修改之后才能开始进行；
- (4) 不能进行或不必进行（例如，因技术不成熟、经济上不合算等）。

## 14.3 项目论证与评估

项目论证与评估是项目立项前的最后一关，“先论证（评估），后决策”是现代项目管理的一项基本原则。

### 14.3.1 项目论证与评估的基本概念

项目论证是指对拟实施项目技术上的先进性、成熟性、适用性，经济上的合理性、盈利性，实施上的可能性、风险性进行全面科学的综合分析，为项目决策提供客观依据的一种技术、经济研究活动。根据论证、执行主体的不同，项目论证可分为内部论证和外部论证。内部论证的执行主体为项目承担单位内部没有参加过项目可行性研究的技术专家、市场专家和财务专家，必要时可邀请客户（明确的或潜在的）代表和单位外有关专家参加。外部论证一般由项目投资者（如国家各类科技计划或基金的管理机构、银行或投资公司）或其委托的第三方权威机构（如科技计划或基金的评审机构、投资咨询公司）执行。项目论证可以是一个连续的过程，贯穿于可行性研究的整个阶段，也可以在可行性研究完成之后才开始执行。由于在可行性研究阶段的项目论证可以看作是项目可行性研究的一部分，我们在此只介绍可行性研究完成之后的项目论证。

项目评估指在项目可行性研究的基础上，项目投资者或项目主管部门（如国家各类科技计划或基金的管理机构、银行或投资公司）或其委托的第三方权威机构（如科技计划或基金的评审机构、投资咨询公司）根据国家颁布的政策、法律、法规、标准和技术规范，对拟开发项目的市场需求、技术先进性和成熟性、预期经济效益和社会效益等进行评价、分析和论证，进而判断其是否可行的过程。项目评估是项目立项之前必不可少的重要环节，其目的是审查项目可行性研究的可靠性、真实性和客观性，为行政主管部门的审批决策和投资机构的投资决策提供科学依据。

项目论证与评估可以分步进行，也可以合并进行。实际上，项目论证与评估的内容、程序和依据都是大同小异的，只是侧重点稍有不同，论证的对象可以是未完成的或未选定的方案，而评估的对象一般需要正式“提交”；论证时着重听取各方专家意见，评估时要强调得出权威的结论。

与项目可行性研究类似，项目论证与评估也要从必要性、可能性和投资效益等几个方面对项目进行综合分析。但项目可行性研究一般是项目承担单位的主观性分析，往往是“不识庐山真面目，只缘身在此山中”，而项目论证与评估则是第三方的客观性分析，可以从“横”“竖”“远”“近”“高”“低”等各种角度对项目的可行性进行评价。

### 14.3.2 项目可行性报告的真实性的评估

项目论证与评估时，一定要注意项目的承担（申请）者与项目的投资者是否一致。如果不一致，首先应审查项目可行性报告及其附件的真实性。个别单位为套取国家投资，往往会对自身进行精心包装，论证者与评估者必须有一双“火眼金睛”，不被“金玉其外”的假象所骗。根据作者的评审经验，主要应从以下几方面加以识别。

- (1) 项目申请单位是否有法人资格证书？
- (2) 项目申请单位（对于企业）是否有营业执照？
- (3) 营业执照是否经过年审？
- (4) 所申请的项目是否在其营业范围之内？
- (5) 是否有国税证、地税证？
- (6) 法人证书、营业执照、国税证、地税证上的单位名称是否一致？
- (7) 单位的各种资质证书是否已经过了有效期？
- (8) 单位的财务报表是否全面（一般要求有资产负债表、利润表和现金流量表）？
- (9) 财务报表是否经过审计？
- (10) 审计报告中是否附有审计单位的营业执照和审计人员的资质证书（复印件）？
- (11) 可行性研究报告中提到的项目前期成果是否有旁证材料（例如，立项证书、鉴定证书、获奖证书、用户报告等）？
- (12) 项目关键技术的知识产权是否属于本单位？如果不属于，是否得到了产权人的使用授权？
- (13) 项目合作单位与项目开发单位是否签订了合作协议？
- (14) 是否附有项目技术负责人和主要技术骨干的资质证明和成果证明？
- (15) 如果主要研发人员中有外单位专家，是否有该专家的认可证明？
- (16) 如果可行性研究报告中提到了前期产品的销售额和市场占有率，有无证明材料？
- (17) 如果单位曾经改名，前期证明材料中提到的单位名称与当前单位名称如果不一致，有无单位改名的证明材料？
- (18) 如果单位是股份公司，是否附有主要股东（特别是控股股东或第一大股东）的财务状况说明？
- (19) 如果可行性研究报告中提到了单位自筹资金，有无资金来源证明？
- (20) 如果可行性研究报告中提到了银行贷款，有无银行承贷证明？

(21) 如果可行性研究报告中提到了地方(或部门)配套资金,有无地方政府或主管部门的承诺函?

(22) 如果可行性研究报告已请专家评审过,有无专家的联系方式?

以上各条仅供参考并不是说,只要有一条不符合,就否定整个项目。首先要看项目申报要求中是否做了明确规定,例如,如果申报指南中明确要求提供经过审计的财务报表,而申报单位提供的财务报表并未经过审计,仅此一条即可否决。申报指南中虽未明确规定,但依常理应当说明而未说明的,也应采用一票否决制。例如,某项目拟采用的技术来源于一个863课题的成果,但项目申报者与这一成果无任何关系,又没有技术转让或使用许可协议,这种项目极易产生知识产权纠纷,应坚决否决。如果项目技术负责人刚从其他单位跳槽过来,应特别审查项目中是否使用了该负责人在以前单位的职务发明、职务专利或其他职务成果。

如果该项目完全由项目承担单位自筹资金完成,而且该行业也无行政许可(准入)制,基本可排除项目承担单位有意作假的可能但也要注意审查项目的主要技术是否侵犯了他人的知识产权。

### 14.3.3 项目可行性报告的客观性评估

项目可行性报告的真实性评估完成之后,需要进一步评估可行性报告的客观性和可靠性。某些单位虽非有意作假,但因技术水平或信息来源的限制,所做的项目可行性分析很可能是不客观、不可靠的。论证者和评估者,应从以下几方面进行分析:

(1) 可行性报告中所论述的与项目有关的国内外同类产品和技术现状是否客观、全面?有无重大遗漏?遗漏点对于项目技术论据的支撑是否有颠覆性的影响?

(2) 项目的创新点是否客观?项目申报者自以为的“创新”之处,是不是早就由别人完成了?创新的性质如何?是理论创新、技术创新还是应用创新(应用创新是指已经有了理论或技术成果,但该成果尚未得到应用,本项目将尝试应用这一成果)?创新的力度如何?

(3) 项目技术路线是否先进、成熟?一般来说,先进性和成熟性是互相矛盾的,强调先进性,还是强调成熟性,取决于项目的具体性质,但二者也不是截然对立的,应该尽量兼顾。论证者和评估者应着重分析:可行性报告中提到的“先进技术”“成熟技术”是否真的“先进”“成熟”?项目申报者有没有意识到采用先进技术风险性?有没有应对风险的具体措施?是否可以采用另外一种更加成熟的先进技术?计划采用的成熟技术是否过于落后?是否可以采用另外一种更加先进的成熟技术?

(4) 可行性报告中是否提到了信息安全问题,所采取的安全措施是否可靠?

(5) 项目采用的标准、规范是否先进、合理?还有没有国家规定必须强制采用但报告中没有提到的标准?对于推荐性国家标准,虽然不一定采用,但一般也应说明不采用的原因。是技术原因、成本原因,还是有更好的想法?例如,软件工程标准一般都是推

荐性的，主要考虑到软件工程还是一门发展中的学科，不能因为标准化而阻碍创新。对于研究性项目，如果有更先进的思路，可以不执行推荐性标准；但对于产业化项目，即使是推荐性标准，也应该尽量执行。

(6) 可行性报告中提到的“项目前期成果”“项目开发基础”与计划开发项目的联系程度如何？应避免以下两种倾向：其一，计划开发项目与“项目前期成果”没有太大的联系，仅仅是想借用前期的项目编号（例如，863 计划编号或国家科技计划编号）；其二，计划开发项目与“项目前期成果”没有本质的区别，只是一般性的改进。理想的情况是，计划开发项目与前期项目相比，既有良好的继承性，又有实质性的突破？

(7) 项目负责人、技术骨干和外聘技术顾问的资质、业务经历和研发能力（主要考察其近几年的业务成就）是否符合本项目的要求？

(8) 项目投资估算是否合理？与同类项目的计算标准和方法是否一致？是否偏高或偏低？有无遗漏？能否节省？

(9) 资金来源是否可靠？地方（部门）配套资金、银行贷款和单位自筹资金是否已落实？如果国家实际拨款额低于申请额度，用什么方式补齐？

(10) 对市场需求和经济效益的预测是否有依据？有无市场份额的权威数据？有无企业的历史数据？

(11) 有没有考虑到项目风险？有没有预防措施及处置方案？

(12) 项目是否符合国家产业政策？产业关联度如何？

### 14.3.4 项目评估报告

项目论证与评估完成之后，应编写正式的项目评估报告。项目评估报告一般应包括以下内容：

- (1) 项目概况；
- (2) 评估目标；
- (3) 评估依据；
- (4) 评估内容；
- (5) 评估机构与评估专家；
- (6) 评估过程；
- (7) 详细评估意见；
- (8) 存在或遗漏的重大问题；
- (9) 潜在的风险；
- (10) 评估结论；
- (11) 进一步的建议。

评估机构并无决策权，评估结论一般以建议的方式给出，如“建议立项”“建议不立项”“建议补充材料，重新评估”等。

## 14.4 项目招标投标流程及管理

根据《中华人民共和国招标投标法》，在中华人民共和国境内进行下列工程建设项目，包括项目的勘察、设计、施工、监理，以及与工程建设有关的重要设备、材料等的采购，必须进行招标：

- (1) 大型基础设施，公用事业等关系社会公共利益、公共安全的项目；
- (2) 全部或部分使用国有资金投资或者国家融资的项目；
- (3) 使用国际组织或者外国政府贷款、援助资金的项目。

任何单位和个人不得将依法必须进行招标的项目化整为零或者以其他任何方式规避招标。

招标投标活动应当遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则。

依法必须进行招标的项目，其招标投标活动不受地区或者部门的限制。任何单位和个人不得违法限制或者排斥本地区、本系统以外的法人或者其他组织参加投标，不得以任何方式非法干涉招标投标活动。

招标投标活动及其当事人应当接受依法实施的监督。

有关行政监督部门依法对招标投标活动实施监督，依法查处招标投标活动中的违法行为。

传统的建筑、交通行业的招标，分设计阶段招标和施工阶段招标，而信息系统的招标通常只进行一次，承建单位中标后，其任务应包括方案设计、网络施工、系统集成及应用软件的开发，有关设备及软件的选购也应包括在招标范围内。

### 14.4.1 招标

《中华人民共和国招标投标法》规定，招标分为公开招标和邀请招标。公开招标，是指招标人以招标公告的方式邀请不特定的法人或者其他组织投标。邀请招标，是指招标人以投标邀请书的方式邀请特定的法人或者其他组织投标。国务院发展计划部门确定的国家重点项目和省、自治区、直辖市人民政府确定的地方重点项目不适宜公开招标的，经国务院发展计划部门或者省、自治区、直辖市人民政府批准，可以进行邀请招标。

招标人具有编制招标文件和组织评标能力的，可以自行办理招标事宜。任何单位和个人不得强制其委托招标代理机构办理招标事宜。依法必须进行招标的项目，招标人自行办理招标事宜的，应当向有关行政监督部门备案。

招标人有权自行选择招标代理机构，委托其办理招标事宜。任何单位和个人不得以任何方式为招标人指定招标代理机构。

招标代理机构是依法设立、从事招标代理业务并提供相关服务的社会中介组织。招标代理机构应当具备下列条件：

- (1) 有从事招标代理业务的营业场所和相应资金；

(2) 有能够编制招标文件和组织评标的相应专业力量；

(3) 有符合规定条件、可以作为评标委员会成员人选的技术、经济等方面的专家库。

从事工程建设项目招标代理业务的招标代理机构，其资格由国务院或者省、自治区、直辖市人民政府的建设行政主管部门认定。具体办法由国务院建设行政主管部门会同国务院有关部门制订。从事其他招标代理业务的招标代理机构，其资格认定的主管部门由国务院规定。招标代理机构与行政机关和其他国家机关不得存在隶属关系或者其他利益关系。招标代理机构应当在招标人委托的范围内办理招标事宜，并遵守本法关于招标人的规定。

招标人采用公开招标方式的，应当发布招标公告。依法必须进行招标的项目的招标公告，应当通过国家指定的报刊、信息网络或者其他媒介发布。招标公告应当载明招标人的名称和地址、招标项目的性质、数量、实施地点和时间，以及获取招标文件的办法等事项。招标人采用邀请招标方式的，应当向三个以上具备承担招标项目的能力、资信良好的特定的法人或者其他组织发出投标邀请书。

招标人可以根据招标项目本身的要求，在招标公告或者投标邀请书中，要求潜在投标人提供有关资质证明文件和业绩情况，并对潜在投标人进行资格审查；国家对投标人的资格条件有规定的，依照其规定。招标人不得以不合理的条件限制或者排斥潜在投标人，不得对潜在投标人实行歧视待遇。

招标人应当根据招标项目的特点和需要编制招标文件。招标文件应当包括招标项目的技术要求、对投标人资格审查的标准、投标报价要求和评标标准等所有实质性要求和条件，以及拟签订合同的主要条款。国家对招标项目的技术、标准有规定的，招标人应当按照其规定在招标文件中提出相应要求。招标项目需要划分标段、确定工期的，招标人应当合理划分标段、确定工期，并在招标文件中载明。招标文件不得要求或者标明特定的生产供应者，以及含有倾向或者排斥潜在投标人的其他内容。

招标人不得向他人透露已获取招标文件的潜在投标人的名称、数量，以及可能影响公平竞争的有关招标投标的其他情况。招标人设有标底的，标底必须保密。

招标人应当确定投标人编制投标文件所需要的合理时间。但是，依法必须进行招标的项目，自招标文件开始发出之日起至投标人提交投标文件截止之日止，最短不得少于二十日。招标人对已发出的招标文件进行必要的澄清或者修改的，应当在招标文件要求提交投标文件截止时间至少十五日前，以书面形式通知所有招标文件收受人。该澄清或者修改的内容为招标文件的组成部分。

## 14.4.2 投标

《中华人民共和国招标投标法》规定，投标人应当具备承担招标项目的能力；国家有关规定对投标人资格条件或者招标文件对投标人资格条件有规定的，投标人应当具备规定的资格条件。



投标人应当按照招标文件的要求编制投标文件。投标文件应当对招标文件提出的实质性要求和条件做出响应。

招标项目属于开发项目或工程项目,投标文件的内容应当包括拟派出的项目负责人与主要技术人员的资质、简历和业务成果。

投标人应当在招标文件要求提交投标文件的截止时间前,将投标文件送达投标地点。招标人收到投标文件后,应当签收保存,不得开启。投标人少于三个的,招标人应当依照本法重新招标。在招标文件要求提交投标文件的截止时间后送达的投标文件,招标人应当拒收。

投标人在招标文件要求提交投标文件的截止时间前,可以补充、修改或者撤回已提交的投标文件,并书面通知招标人。补充、修改的内容为投标文件的组成部分。

两个以上法人或者其他组织可以组成一个联合体,以一个投标人的身份共同投标。联合体各方均应当具备承担招标项目的相应能力;国家有关规定或者招标文件对投标人资格条件有规定的,联合体各方均应当具备规定的相应资格条件。由同一专业的单位组成的联合体,按照资质等级较低的单位确定资质等级。联合体各方应当签订共同投标协议,明确约定各方拟承担的工作和责任,并将共同投标协议连同投标文件一并提交招标人。联合体中标的,联合体各方应当共同与招标人签订合同,就中标项目向招标人承担连带责任。招标人不得强制投标人组成联合体共同投标,不得限制投标人之间的竞争。

投标人不得相互串通投标报价,不得排挤其他投标人的公平竞争,损害招标人或者其他投标人的合法权益。投标人不得与招标人串通投标,损害国家利益、社会公共利益或者他人的合法权益。投标人不得以低于成本的报价竞标,也不得以他人名义投标或者以其他方式弄虚作假,骗取中标。禁止投标人以向招标人或者评标委员会成员行贿的手段谋取中标。

### 14.4.3 开标、评标和中标

《中华人民共和国招标投标法》规定,开标应当在招标文件确定的提交投标文件截止时间的同一时间公开进行;开标地点应当为招标文件中预先确定的地点。开标由招标人主持,邀请所有投标人参加。开标时,由投标人或者其推选的代表检查投标文件的密封情况,也可以由招标人委托的公证机构检查并公证;经确认无误后,由工作人员当众拆封,宣读投标人名称、投标价格和投标文件的其他主要内容。招标人在招标文件要求提交投标文件的截止时间前收到的所有投标文件,开标时都应当当众予以拆封、宣读。开标过程应当记录,并存档备查。

评标由招标人依法组建的评标委员会负责。依法必须进行招标的项目,其评标委员会由招标人的代表和有关技术、经济等方面的专家组成,成员人数为五人以上单数,其中技术、经济等方面的专家不得少于成员总数的三分之二。评标专家应当从事相关领域工作满八年并具有高级职称或者具有同等专业水平,由招标人从国务院有关部门或者省、自治区、直辖市人民政府有关部门提供的专家名册或者招标代理机构的专家库内的

相关专业的专家名单中确定；一般招标项目可以采取随机抽取方式，特殊招标项目可以由招标人直接确定。与投标人有利害关系的人不得进入相关项目的评标委员会，已经进入的应当更换。

评标委员会成员的名单在中标结果确定前应当保密（需要投标人当场答辩的除外）。招标人应当采取必要的措施，保证评标在严格保密的情况下进行。任何单位和个人不得非法干预、影响评标的过程和结果。

评标委员会可以要求投标人对投标文件中含义不明确的内容做必要的澄清或者说明，但是澄清或者说明不得超出投标文件的范围或者改变投标文件的实质性内容。

评标委员会应当按照招标文件确定的评标标准和方法，对投标文件进行评审和比较；设有标底的，应当参考标底。评标委员会完成评标后，应当向招标人提出书面评标报告，并推荐合格的中标候选人。招标人根据评标委员会提出的书面评标报告和推荐的中标候选人确定中标人。招标人也可以授权评标委员会直接确定中标人。

中标人的投标应当符合下列条件之一：

- （1）能够最大限度地满足招标文件中规定的各项综合评价标准；
- （2）能够满足招标文件的实质性要求，并且经评审的投标价格最低；但是投标价格低于成本的除外。

评标委员会经评审，认为所有投标都不符合招标文件要求的，可以否决所有投标。依法必须进行招标的项目的所有投标被否决的，招标人应当重新招标。

在确定中标人前，招标人不得与投标人就投标价格、投标方案等实质性内容进行谈判。

评标委员会成员应当客观、公正地履行职务，遵守职业道德，对所提出的评审意见承担个人责任。评标委员会成员不得私下接触投标人，不得收受投标人的财物或者其他好处。评标委员会成员和参与评标的有关工作人员不得透露对投标文件的评审和比较、中标候选人的推荐情况以及与评标有关的其他情况。

中标人确定后，招标人应当向中标人发出中标通知书，并同时将中标结果通知所有未中标的投标人。中标通知书对招标人和中标人具有法律效力。中标通知书发出后，招标人改变中标结果的，或者中标人放弃中标项目的，应当依法承担法律责任。

招标人和中标人应当自中标通知书发出之日起三十日内，按照招标文件和中标人的投标文件订立书面合同。招标人和中标人不得再行订立背离合同实质性内容的其他协议。依法必须进行招标的项目，招标人应当自确定中标人之日起十五日内，向有关行政监督部门提交招标投标情况的书面报告。

中标人应当按照合同约定履行义务，完成中标项目。中标人不得向他人转让中标项目，也不得将中标项目肢解后分别向他人转让。中标人按照合同约定或者经招标人同意，可以将中标项目的部分非主体、非关键性工作分包给他人完成。接受分包的人应当具备相应的资格条件，并不得再次分包。中标人应当就分包项目向招标人负责，接受分包的人就分包项目承担连带责任。

# 第 15 章 项目整体管理

项目整体管理是指在项目的整个生命周期内，汇集项目的知识领域，对所有项目计划，进行整合执行及控制，以保证项目各要素相互协调的全部工作和活动过程。项目整体管理是从全局的、整体的观点出发通过有机地协调项目各个要素（进度、成本、质量和资源等），在相互影响的项目各项具体目标和方案中权衡和选择，尽可能地消除项目各单项管理的局限性，从而实现最大限度地满足项目干系人的需求和希望的目的。

## 15.1 项目整体管理概述

项目管理包括范围、进度、成本、质量、人力资源、沟通、风险、干系人和采购等几个方面，但这些方面是相互影响与制约的。项目管理整体包括六个子过程，在启动过程组有制订项目章程；在计划过程组有制订项目管理计划；在执行过程组有指导和管理项目执行；在监控过程组有监控项目工作、整体变更控制；在收尾过程组有结束项目或阶段。每一个子过程包含若干输入、输出和工具与技术。图 15-1 概述了整体管理的每一个子过程。在信息系统项目管理师考试中，整体管理属于考查的重点，不论是上午题还是案例题考查的频率都比较高。

上午卷主要考查的是制定项目章程、制定项目管理计划、实施整体变更控制和结束项目或阶段。制定项目章程主要考查的是项目章程的制定者、制定项目章程的目的，项目章程的内容，详细的内容将在接下来的章节中一一阐述。制定项目管理计划除了考查输入输出工具技术外，还考查了项目管理计划的内容，以及对于制定项目管理计划的一些理解。实施整体变更控制过程在考试中出现频率是最高的，是信息系统项目管理师考试的必考内容。变更流程、整体变更控制委员会（CCB）、项目经理在整体变更中的作用，都需要牢牢掌握。在整体变更控制过程中，大家要牢记：有变更走流程。结束项目或阶段相对于前几个过程题量会少一些，这一部分主要考察的是项目的合同收尾、管理收尾，以及这个过程的输出。

下午案例题中主要考查的是，制定项目章程、制定项目管理计划、实施整体变更控制和结束项目或阶段。制定项目章程主要考查的是项目章程的输入，以及项目章程的内容。制定项目管理计划考查的是项目管理计划的作用、项目管理计划的内容、制定项目

管理计划的输出。整体变更控制过程出现的频率是最高的，包括施工中出现的一些变更方面的问题、变更管理的主要流程。结束项目或阶段主要考查的是项目收尾存在的问题、项目收尾的具体工作、项目收尾需要提交的文件。



图 15-1 项目整体管理

## 15.2 项目章程的作用及制订

### 15.2.1 项目章程的作用

项目启动过程明确指定这一过程有一个重要的输出文档——项目章程，项目章程是正式授权一个项目和项目资金的文件，由项目发起人或者项目组织之外的主办人颁发。那么，项目章程有什么作用呢？

首先,项目章程正式宣布项目的存在,对项目的开始实施赋予合法地位。项目章程的颁发意味着项目的企业手续合法,项目的投资者正式启动项目,职业的项目经理人和项目领导班子可以正式接手项目。

其次,项目章程将粗略地规定项目的范围,这也是项目范围管理后续工作的重要依据。项目章程是项目的商业需求文件、项目理由、最新的客户需求、最新的产品、服务或成果的需求。

第三,项目章程中正式任命项目经理,授权其使用组织的资源开展项目活动。项目章程中规定项目经理的权利,以及项目组中各成员的职责,还有项目其他干系人的职责,这也是对以后的项目范围管理工作中各个角色如何做好本职工作所给的一个明确的规定,以致后续工作可以更加有序地进行。

## 15.2.2 项目章程的制订

### 1. 项目章程的输入

通常,制订项目章程要基于以下文件。

**(1) 合同(协议)。**合同规定了项目的真正客户或投资者对项目的需求,自然成为项目章程的重要输入文件。有时签约时还不好制订项目章程,合同会规定项目章程是合同的一部分,需要双方签字盖章,和项目合同同样有效。

**(2) 项目工作说明书。**项目工作描述中说明项目需要提供的产品或服务。包括商业需求、产品范围描述、战略计划等。这里的项目工作描述是项目范围的雏形,是将来项目范围管理的重要依据。

**(3) 商业论证。**商业论证或类似文件能从商业角度提供必要的信息,觉得项目是否值得投资。为证实项目的价值,在商业论证中通常要包含业务需求和成本效益分析等内容。

**(4) 事业环境因素。**项目的环境和组织要素既是项目的资源状况描述,又是项目的资源约束。下面简要介绍项目建设的环境和可以利用的资源,包括以下要素:

- 组织或公司的文化构成;
- 基本设施;
- 现有的人力资源;
- 职员管理;
- 市场条件;
- 项目干系人风险承受度;
- 行业风险信息和风险数据库;
- 项目管理信息系统。

**(5) 组织的过程资产。**组织的过程资产包含两类。一类是组织过程和工作管理程序。不少单位,尤其是长期搞科研项目或工程项目的单位,长期以来,积累了符合自身

企业特点和所在领域特点的项目管理体系，他们的体系中会规定项目的组织、项目的子过程，以及项目工作管理程序等。第二类是组织共享的知识库。我们知道，项目管理是实践性、经验性极强的学科，一个组织长期来积累的项目管理知识的共享会对同类项目起到很强的指导作用。比如工期、工作量、所需资源的准确估计都依赖于特定行业的经验积累。

## 2. 制订项目章程的方法和技术

**（1）专家判断。**项目管理的经验性很强，有类似项目管理经验的专家对项目的整体把握，以及资源、工期、质量等要素的判断非常重要。因为项目章程中会涉及项目的资源、成本、工期等关键目标，所以专家的判断就显得更加重要。这里的专家是一个广义的概念，熟悉这一项工作的人就可以称之为专家，只要比别人精通一点的都可以称为专家，比如说一个餐馆装修的项目，在餐馆装修设计的阶段其实就可以请清洁人员参与设计，因为清洁人员可能非常了解如何设计会使得餐馆更容易清洁，更容易保持好的卫生环境。甚至有的人做一件事经常失败的也可以称之为专家，因为经常失败积累了很多失败的经验。

### （2）引导技术。

- 头脑风暴。所谓三个臭皮匠顶一个诸葛亮，集思广益的方式。每个人擅长的方向可能不一样，关注的点也可能不一样，采用头脑风暴的方式能够更加全面的思考一个问题。
- 冲突管理。管理干系人之间的冲突。冲突时有发生，项目经理要会管理冲突，要让冲突带来的不良后果降到最低。
- 会议管理。会议是一个非常重要的环节，会议的目的是要达成一个共识，好的会议要能在规定的时间内达成一个共识，会议前要发布好通知，会中要把控好会议节奏，会后要进行总结。
- 问题解决。要善于发现问题，找到问题的根本所在，从而彻底解决问题。

以上四种都是引导者可以用来帮助团队和个人完成项目活动的关键技术。

## 3. 项目章程的输出

项目章程的负责程度跟项目的大小有关，小项目可以简化成一页纸，表 15-1 就是一个信息系统项目的章程模板。

大型项目的章程相对复杂，有的称为项目任务书、项目许可证书、项目启动文件等。典型的 ERP 项目是以工作任务书（相当于项目章程）的形式规定了前期的内容。其中会规定项目前提、项目的范围、项目的组织、初步实施方案、项目变更控制、项目支付条款、项目验收标准等诸多内容。

更大型的项目还会颁发专门的项目许可证书。项目许可证书通常由项目实施组织的高层管理者或者项目的主管部门颁发。项目许可证书颁发者的地位视项目的具体情

况而定。项目许可证书赋予了项目经理或项目班子将资源用于项目活动的权力，宣布项目的开始。比如，国务院 1984 年 4 月以（84）国函 57 号文原则批准了长江流域规划办公室 1983 年编报的《150 米方案三峡水利枢纽可行性研究报告》，又于 1984 年 4 月底颁发了 43 号文件《关于开展三峡工程筹备工作的通知》，这两个文件就是长江三峡水利枢纽工程的项目许可证书。后一个文件要求成立长江三峡工程开发总公司，在三峡工程建设期间该公司是建设单位（总甲方），工程投产后全部资产，包括债权和债务，都归其所有，并负责水电站的经营管理。根据这两个文件，三峡工程施工准备工作于 1984 年正式开始。

表 15-1 一个信息系统的项目章程模板

项目名称		批准时间	
项目背景介绍	项目发起的原因		
	项目的机遇与优势		
	项目的挑战与劣势		
项目目标：			
项目干系人：			
项目产品	中间产品		
	最终产品		
项目经理	姓名	原先所在的部门和职务	在项目中的权力范围
资源条件	人员		
	物质		
	成本		
	结束时间		
项目完成的标准：			
签发人：		签发时间：	

## 15.3 项目管理计划的制订

管理活动的一个最基本的原则就是任何工作开展之前必须制订计划，项目管理也不例外。项目管理计划是项目组织根据项目目标的规定，对项目实施过程中进行的各项活动做出周密安排。项目管理计划围绕项目目标的完成，系统地确定项目的任务，安排任务进度，编制完成任务所需的资源、预算等，从而保证项目能够在合理的工期内，用尽可能低的成本和尽可能高的质量完成。

### 15.3.1 项目管理计划的作用

在项目管理与实践中，项目计划是项目管理一大职能，是项目实施的基础。它的作用主要有以下几点。

(1) 计划是促使管理者展望未来，预见未来可能发生的问题，制订适当的对策，来减少实现目标过程中的不确定性。通过项目计划确定并描述为完成项目目标所需的各项任务范围，落实责任体系，并制订各项任务的时间表，阐明每项任务必需的人力、物力、财力和确定预算。保证项目顺利实施和目标实现。

(2) 计划是实施的依据和指南。通过计划，通过科学的组织和安排，可以保证有秩序地进行施工。通过计划能合理、科学地协调各工种、各单位、各专业之间的关系，能充分利用时间和空间，可以进行各种技术经济比较和优化，提高项目的整体效益。同时，计划确定项目实施工作规范，经批准后就作为项目实施工作大纲。

(3) 可以确立项目组各成员及工作的责任范围和地位，以及相应的职权，以便按要去指导和控制项目的工作，减少风险。

(4) 可以促进项目组成员及项目委托人和管理部门之间的交流与沟通，增加顾客满意度，并使项目各工作协调一致，并在协调关系中了解哪些是关键因素。

(5) 可以使项目组成员明确自己的奋斗目标、实现目标的方法、途径及期限，并确保以时间、成本及其他资源需求的最小化实现项目目标。

### 15.3.2 项目管理计划的内容

项目计划内容可分为九个方面。

(1) **工作计划**。工作计划也称实施计划，是为保证项目顺利开展，围绕项目目标的最终实现而制订的实施方案。工作计划主要说明采取什么方法组织实施项目，研究如何最有效地利用资源，用尽可能少的资源获取最佳效益。具体包括工作细则、工作检查及相应措施等。工作计划也需要时间、物资、技术资源，必须反映到项目总计划中。

(2) **人员组织计划**。人员组织计划主要是表明工作分解结构图中的各项工作任务应该由谁来承担，以及各项工作间的关系如何，其表达形式主要有框图式、职责分工说明式和混合式三种。

(3) **设备采购供应计划**。在项目管理过程中，多数的项目都会涉及仪器设备的采购、订货等供应问题。有的非标准设备还包括试制和验收等环节。如果是进口设备，还存在选货、订货和运货等环节。设备采购问题会直接影响到项目的质量及成本。

(4) **其他资源供应计划**。如果是一个大型的项目，由于不仅需要设备的及时供应，还有许多项目建设所需的材料、半成品、物件等资源的供应问题。因此，预先安排一个切实可行的物资、技术资源供应计划，将会直接关系到项目的工期和成本。

(5) **变更控制计划**。由于项目的一次性特点，在项目实施过程中，计划与实际不



符的情况是经常发生的。通常是由下列原因造成的：开始时预测得不够准确；在实施过程中控制不力；缺乏必要的信息。有效处理项目变更可使项目获得成功，否则可能会导致项目失败。变更控制计划主要是规定处理变更的步骤、程序，确定变更行动的准则。

**(6) 进度计划。**进度计划是根据实际条件和合同要求，以拟建项目的竣工投产或交付使用时间为目标，按照合理的顺序所安排的实施日程。其实质是把各活动的时间估计值反映在逻辑关系图上，通过调整，使得整个项目能在工期和预算允许的范围内合理地安排任务。进度计划也是物资、技术资源供应计划编制的依据，如果进度计划不合理，将导致人力、物力使用的不均衡，影响经济效益。

**(7) 成本投资计划。**包括：各层次项目单元计划成本；项目“时间—计划成本”曲线和项目的成本模型（即时间—累计计划成本曲线）；项目现金流量（包括支付计划和收入计划）；项目资金筹集（贷款）计划等。

**(8) 文件控制计划。**文件控制计划是由一些能保证项目顺利完成的文件管理方案构成，需要阐明文件控制方式、细则，负责建立并维护好项目文件，以供项目组成员在项目实施期间使用。包括文件控制的人力组织和控制所需的人员及物资资源数量。项目管理的文件包括全部原始的及修订过的项目计划、全部里程碑文件、有关标准结果、项目目标文件、用户文件、进度报告文件，以及项目文书往来。项目一结束，文件必须全部检查一遍，有选择地处理一些不再相关的文件，并保存好项目的工作分解结构图与网络图，收入文件库以备将来项目组参考。

**(9) 支持计划。**项目管理有众多的支持手段，主要有软件支持、培训支持和行政支持，还有项目考评、文件、批准或签署、系统测试、安装等支持方式。

## 15.4 整体变更控制

项目的不确定性因素导致了项目的进展未必像想象中或计划中的那样顺利，而当这种不确定性变得明确且和当初的预测不一致的时候，就会导致项目出现变更。一般来说，项目的目标是项目所有活动的最终判断准则。也就是说，我们必须关注那些可能会引起项目目标变化的信息。大体上，变更可以来自两个方面：内部因素和外部因素。内部因素是指项目在实施过程中，对实施的状态与计划对比，发现产生了偏差，从而导致变更项目计划。外部因素则是指客户对项目目标本身发生了变化，从而引起计划的变更。

为了对项目变更进行控制，应由项目实施组织，项目管理班子或两者共同建立变更控制系统。变更控制系统就是一套事先确定的修改项目文件或改变项目活动时应遵循的程序，其中包括必要的表格或其他书面文件，责任追踪和变更审批制度、人员和权限。变更控制系统应当明确规定变更控制委员会的责任和权力，并由所有的项目干系人认可。

变更控制系统可细分为整体、范围、进度、费用和合同变更控制系统。变更控制系统应当同项目管理信息系统一起通盘考虑，形成整体。

整体变更就是影响项目整体和贯穿整个项目过程的变更。整体变更控制的目的是有三个。

- (1) 查明项目进行过程中发生的变化是否构成变更。
- (2) 对造成变更的因素施加影响。
- (3) 当变更实际出现时，设法处理。

整体变更控制就是协调贯穿整个项目过程的变更。例如，可交付成果的技术要求说明书发生的变更，若影响到项目范围，进而影响到费用、进度、质量、风险或其他方面，则该变更就是整体变更，应当通过范围变更控制系统处理。

整体变更控制的依据是项目计划、进展报告和变更请求。项目班子成员或项目干系人的变更请求可能会以多种形式提出。但除非特殊情况，只有书面提出者，才能受理。

整体变更控制的工具就是上面提到的变更控制系统。整体变更控制的结果应当有项目计划的更新，采取将项目未来预期进展控制在项目计划范围内的纠正行动并吸取的教训。如图 15-2 所示为项目变更控制流程。

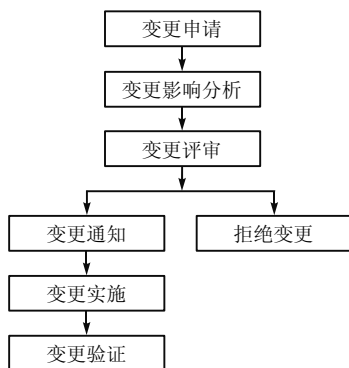


图 15-2 项目变更控制流程

### 15.4.1 基线与变更申请

#### 1. 基线

信息系统的项目管理者对基线的概念并不陌生。基线是软件配置管理的一个重要概念，是已经通过正式复审和批准的某规约或产品，它可以作为进一步开发的基础，并且只能通过正式的变更控制过程进行改变。

根据定义的生命周期模型和项目特征来定义基线。在开发周期，基线的建立时间是不一样的，可能会受到不同变更权威的控制。计划期间，项目应按如下所述建立基线，用以维护对配置项的完整性的适当控制。每个基线必须记录在配置管理计划中，包含基线名称、基线内容、在生命周期的什么时候建立，以及谁有对基线更改的批准权。

当基线形成后，要在项目组内部进行发布。基线的作用是把各阶段工作的划分更加



责人、测试负责人。

变更控制委员会负责评估那些被提交上来的变更请求，针对这些变更的目的、要求和影响来决策：

- 同意实施一项变更请求，并且在会议上安排相关的变更实施责任人，以及相关关联的协作组织。
- 拒绝某一项变更请求，并给出拒绝的理由。

制订项目的启动计划时就要建立项目的 CCB，它是在项目初期建立的，将确定的 CCB 人选记录到配置管理计划中，并发通知给项目组和相关组。当正式基线建立或变更时，要召开 CCB 会议，并进行会议记录，会后形成《CCB 会议纪要》。

## 2. 变更评审

CCB 收到了变更请求（CR）后，会有专门的人员先做一个初步的分析，主要是评估变更的来源、变更的理由、变更产生的影响、变更的代价。某些变更会在这个阶段做出一个初步的处理，例如：

- 描述不清楚的变更请求，会被要求提出者重新补充信息。
- 删除那些明显错误的变更请求。
- 一些简单且影响小的变更可以直接分配人员处理。

其余的变更请求会被提交到变更控制委员会进行评审。

信息系统项目管理的一个重要方面是对变更申请进行充分的分析评估，这涉及它对系统性能、接口、可用性、成本、进度、合同的影响程度，还应对它对软件产品的安全性、可靠性、可维护性、可移植性及效率的影响程度进行评估。项目配置管理员将变更申请（CR）分派到配置控制小组进行这类评估。在有些情况下，变更申请（CR）在被分析前先经过某些小组进行预审，这可以节省一些不大可能被通过的 CR 的评估开销。

变更控制委员会评审一般以会议的形式进行，有关各方都参加。可以是定期召开，也可以针对某一项重要的变更临时召集。评估将产生一个报告，其中包括对变更的描述、受影响的配置项（CSCI）及相关文档，以及所要求的资源情况等。表 15-3 是一个典型的变更评审检查表。

表 15-3 变更评审检查表

序 号	检查项目	说 明
1	规模	更改范围的大小
2	期限	更改完成的时间要求
3	复杂性	实现的复杂程度
4	资源影响	对 CPU、内存、网络等的资源影响
5	费用影响	对项目和产品费用的影响
6	测试需求	对测试的要求程度

续表

序 号	检查项目	说 明
7	风险	相关的风险分析, 比如, 是否涉及关键模块和技术
8	外部影响	对用户、市场策略的影响
9	资源需求	对项目资源, 比如, 人员技能、软硬件资源的需求
10	项目影响	对项目当前和后续工作的影响
11	替代方案	有无更好的替代方案
12	实现状态	该更改是否已经进行等

### 15.4.3 变更分派

将评审通过的变更申请分配到基线化的配置项的工作由配置控制小组完成, 配置控制小组根据变更申请 (CR) 分析报告评估一个变更申请 (CR) 的必要性和代价, 配置控制小组可能批准、不批准或推迟一个变更申请 (CR), 也可能返回提交者要求补充更多的信息或分析。

获准的变更申请 (CR) 发回配置管理员执行下一步的流程; 被拒绝的变更申请 (CR) 连同配置控制小组的拒绝原因一起发回提交者; 需要进一步分析的 CR 连同配置控制小组的问题清单被返回分析小组或提交者; 被推迟的 CR 先归档, 在适当的时间进行处理。

如果不需更高一层的配置控制小组进行审批, 则配置管理员就将被批准的 CR 发到相应的开发团队或 CI 负责人, 否则 CR 包被发送到更高一级的配置控制小组进行进一步的审批。

配置管理员作为配置控制小组的执行秘书, 负责记录当前变更申请 (CR) 的状态并发布相应的简报, 这些信息同时被归档。

项目变更通知通常是一份比较正式的文档 (如表 15-4 所示), 需要业主、承包方、建立方多方面签字。通知到与变更有关的各个部门或项目干系人。

### 15.4.4 变更实施

获得通过的 CR 可以直接作为变更授权表, 或由配置管理员据此准备更改任务单, 有时还包括制订对相应代码和文档的修改指导文件。

开发组要安排实施变更的必要资源, 他们必须从配置库获得将被变更的 CI 的正式副本。对代码的修改涉及设计、编码、测试、验证的过程, 并且要对可能受影响的文档进行更新, 一旦更改完成并通过了单元测试, 并对相关文档进行了更新, 所有这些被赋予新的版本号并返回到配置库置于受控状态。

表 15-4 项目变更通知

项目名称		工程编号	
主送单位		变更日期	
变更理由			
变更内容			
甲方单位 年 月 日	乙方单位 年 月 日	监理方单位 年 月 日	
附注			

15.4.5 变更验证

上述工作完成之后，还要对变更实施的结果进行验证，判断变更实际带来的偏差，以及对项目其他方面的影响。

软件开发项目中，对于已完成并进行了单元测试的更改，还必须进行 CSCI 级的测试，这往往需要重新运行测试计划中的相关测试用例或开发新的测试用例并添加到测试计划中，回归测试用例也需重新进行以防止更改引入新的错误，一旦完成，开发组将测试报告提交回配置库，更改的配置项被编号为新的基线版本。

CR 实现和测试完成后，配置管理员将对这个过程进行记录并在更改跟踪数据库中存档。

项目变更的控制是一个动态过程，它始于项目的变化，而终于项目变更的验证。在这一过程中，拥有充分的信息、掌握第一手资料是做出合理变更的前提条件，这就需要记录整个变更过程，而记录本身就是项目变更控制的主要内容。

15.5 项目收尾

如果说良好的开端是成功的一半，那么，漂亮的收尾就是项目圆满的另一半。软件

项目的结果管理是许多 IT 项目从业人员最容易忽视的地方。项目收尾包括合同收尾和管理收尾两部分。合同收尾就是按照合同约定,项目组和业主一项项进行核对,检查是否完成了合同所有的要求,是否可以把项目结束掉,也就是我们通常所说的项目验收。管理收尾是对于内部来说的,把做好的项目文档等归档,对外宣称项目已经结束,转入维护期,把相关的产品说明转到维护组,同时进行经验教训总结。

### 15.5.1 项目验收

项目验收是指项目结束或项目阶段结束时,项目团队将其成果交付给使用者之前,项目接受方会同项目团队、项目监理等有关方面对项目的工作成果进行审查,查核项目计划规定范围内的各项工作或活动是否已经完成,应交付的成果是否令人满意。若检查合格,将项目成果由项目接收方及时接收,实现投资转入生产或使用。同时,总结经验教训,为后续项目做准备。

对提前结束的项目或非正常结束的项目,通过验收查明哪些工作已经完成、完成到什么程度、哪些原因造成项目不能正常结束,并将核查结果记录在案,形成文件。

#### 1. 项目验收的意义

当项目结束时,及时对项目进行验收,无论对项目团队(项目承担方)、项目业主(项目接受方),还是对项目本身都有非常重要的意义和作用,主要表现在:

(1) **项目的验收标志着项目的结束(或阶段性结束)**。没有项目的验收,业主就不能正式地使用项目,就不能达到生产产品或提供服务的目的,也不能获得其预期的收益(或效用)。对一些时效性非常强的产品和服务,很可能由于验收的延误,而造成项目成果的失效,失去项目存在的意义。

(2) **若项目顺利地通过验收,项目的当事人就可以终止各自的义务和责任,从而获得相应的权益**。同时,也意味着项目团队的全部或部分任务的完成,项目团队可以总结经验,接受新的项目任务;项目成员可以回到各自的工作岗位或安排合适的工作。

(3) **项目的竣工验收,是保证合同任务完成,提高质量水平的最后关口**。通过竣工验收,全面考察工程质量,保证交工项目符合设计标准、规范等规定的质量标准要求,并能及时发现和解决一些影响正常生产使用的问题,确保项目能按设计要求的技术、经济指标正常地投入生产并交付使用。

(4) **对于基本建设项目和投资项目,通过竣工验收,促进投资项目及时投入生产和交付使用,将基本建设投资及时转入固定资产,发挥投资效益**。避免基建项目由于拖期,不能投入使用而造成的资金时间价值损失。

通过项目竣工验收,整理档案资料,可为投产企业的经营管理、生产技术和固定资产的保养、维修提供全面系统的技术经济文件、资料和图纸。

## 2. 项目验收范围的确认及确认依据

项目验收范围是指项目验收的对象中，所包含的内容和方面，即在项目验收时，对哪些子项进行验收和对项目的哪些方面、哪些内容进行验收。

项目验收范围的确认是指对需要验收的内容进行科学、合理的界定，以保障项目各方的权益和明确各方的责任。要确认项目验收范围，不仅要明确项目的起点和终点，还要明确项目的最终成果，以及标志这些成果的各个子项。

项目验收的范围，从项目层次来看，原则上一切完整的子项或单元都应列入项目验收的范围，只是依项目的业主方及项目性质不同，其验收的形式不同。但所有列入固定资产投资计划的建设项目或单项工程，只要已按国家批准的设计文件所规定的内容建成，或工业投资项目经负荷试车考核，试生产期间能够正常生产出合格产品，或非工业投资项目符合设计要求，能够正常使用的，不论是属于哪种建设性质，都应及时组织验收，办理固定资产移交。

从项目验收的内容划分，项目验收范围通常包括工程质量验收和文件资料验收。项目验收范围确认主要依据项目合同、项目成果文档和工作成果等。

在对项目进行验收时，主要依据项目的工作成果和成果文档。由于工作成果是项目实施后的结果，项目结束应当提供出一个令人满意的工作成果。因此，项目验收重点是针对工作成果进行检验和接收。工作成果验收合格，项目实施才可能最终完结。同时，在进行项目验收时，项目团队必须向接收方出示说明项目（或项目阶段）成果的文档，如项目计划、技术要求说明书、技术文件、图纸等，以供审查。对不同类型的项目，成果文档包含的文件不同。

## 3. 项目验收的组织及验收程序

**（1）项目验收组织。**项目验收的组织是指进行对项目成果验收的组成人员及其组成。一般由项目接收方、项目团队和项目监理人员构成。但由于项目性质的不同，项目验收的组织构成差异较大，如对一般小型服务性项目，只由项目接收人员验收即可；有些内部项目，由项目经理验收即可。

验收委员会或验收组的主要职责如下：

- 审查预验收情况报告和移交生产准备情况报告。
- 审查各种技术资料，如项目可行性研究报告、设计文件、概（预）算，有关项目建设的重要会议记录，以及各种合同、协议、工程技术经济档案等。
- 对项目主要生产设备和公用设施进行复验和技术鉴定，审查试车规格，检查试车准备工作，监督检查生产系统的全部带负荷运转，评定工程质量。
- 处理交接验收过程中出现的有关问题。
- 核定移交工程清单，签订交工验收证书。
- 提交竣工验收工作的总结报告和国家验收鉴定书。



## (2) 项目验收程序。

项目验收依项目的大小、性质、特点的不同其程序也不尽相同。对大型建设项目而言，由于验收环节较多、内容繁杂，因而验收的程序也相对复杂。对一般程序设计、软件开发或咨询等小项目，验收也相对简单一些，项目验收一般都遵循如图 15-3 所示的流程。

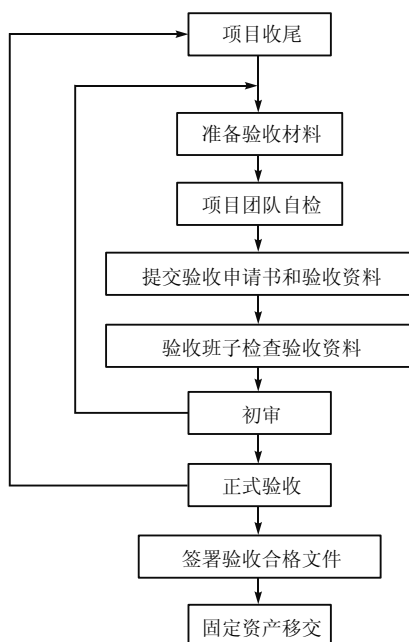


图 15-3 项目验收流程

## 15.5.2 项目后评价

项目后评价是指对已经完成的项目（或规划）的目的、执行过程、效益、作用和影响所进行的系统、客观的分析。通过项目活动实践的检查总结，确定项目预期的目标是否达到，项目或规划是否合理有效，项目的主要效益指标是否实现；通过分析评价找出成败的原因，总结经验教训；并通过及时有效的信息反馈，为提高未来新项目的决策水平和管理水平提供基础；同时也为后评价项目实施运营中出现的问题提出改进建议，从而达到提高投资效益的目的。

**(1) 后评价是一个学习过程。**后评价是在项目投资完成以后，通过对项目目的、执行过程、效益、作用和影响所进行的全面系统的分析，总结正反两方面的经验教训，使项目的决策者、管理者 and 建设者学习到更加科学合理的方法和策略，提高决策、管理和建设水平。

**(2) 后评价又是增强投资活动工作者责任心的重要手段。**由于后评价的特点（透

明性和公开性），通过对投资活动成绩和失误的主客观原因分析，可以比较公正客观地确定投资决策者、管理者 and 建设者工作中实际存在的问题，从而进一步提高他们的责任心和工作水平。

**（3）后评价主要是为投资决策服务的。**虽然后评价对完善已建项目、改进在建项目和指导待建项目有重要的意义，但更重要的是为提高投资决策服务。

项目后评价通常在项目竣工以后项目运作阶段或项目结束之前进行。它的内容包括项目竣工验收、项目效益后评价和项目管理后评价。项目效益后评价主要是对应于项目前评价而言的，是指项目竣工后对项目投资经济效果的再评价。它以项目建成运行后的实际数据资料为基础，重新计算项目的各项经济数据，得到相关的投资效果指标，然后将它们同项目前评价时预测的有关经济效果值（如净现值 NPV、内部收益率、投资回收期等）进行纵向对比，评价和分析其偏差情况及其原因，吸收经验教训，从而为提高项目的实际投资效果和制订有关的投资计划服务，为以后相关项目的决策提供借鉴和反馈信息。项目管理后评价是指当项目竣工以后，对前面（特别是实施阶段）的项目管理工作所进行的评价，其目的是通过对项目实施过程的实际情况的分析研究，全面总结项目管理经验，为今后改进项目管理服务。可以看到，项目后评价是全面提高项目决策和项目管理水平的必要和有效手段。

项目后评价还具有重要的监督功能。如前所述，后评价是一个向实践学习的过程，同时又是一个对投资活动的监督过程。项目后评价的监督功能与项目的前期评估、实施监督结合在一起，构成了对投资活动的监督机制。例如，世界银行对投资活动的监督，主要依靠在项目准备阶段的评估（派评估团）、在项目实施过程中的监督检查（派检查团）和在项目完成后的后评价（派评估团）来实现的。项目的实施监督和后评价监督还具有向银行高层及时反馈问题和意见的责任。此外，世界银行的后评价还要对整个银行的业务执行情况进行监督和评价。

项目后评价是国内项目管理的薄弱环节，也是制约国内项目管理水平的主要原因之一。项目管理是实践性很强的工作，项目经理必须经过项目的锤炼才能逐步成熟。遗憾的是，虽然不少人都参与项目，但能力提升却很慢，主要原因就是不重视项目后总结和评价。没有总结就没有提高，没有提高就会失去兴趣。很多 IT 人一年四季就是投入到项目中去，连续几年下来感觉非常疲惫，却没有能力提升的感觉，从而很沮丧。

项目后评价最好专门组织，项目班子全体参加，并形成项目后评价报告。项目后评价的内容包括以下几大部分。

**（1）项目背景。**项目背景主要说明项目的目标和目的、项目建设内容、项目工期、资金来源与安排等，能够把项目环境和背景描述清楚。

**（2）项目实施过程评价。**项目实施评价应简单说明项目实施的基本特点，对照可行性评估找出主要变化，分析变化对项目效益影响的原因，讨论和评价这些因素及影响。包括策划、设计、组织、进度、质量、投资、风险等方面的评价。

**（3）效果评价。**效果评价应分析项目所达到和实现的实际结果，根据项目运营和

未来发展, 以及可能实现的效益、作用和影响, 评价项目的成果和作用。

- 项目运营和管理评价。根据项目评价时的运营情况, 预测出未来项目的发展, 包括产量、运营量等。对照可行性评估的目标, 找出差别, 分析原因。
- 财务状况分析。根据上述项目运营及预测情况, 按照财务程序和财务分析标准, 分析项目的财务状况。主要应评价项目债务的偿还能力和维持日常运营的财务能力。财务和经济效益的重新评价。一般的项目在后评价阶段都必须对项目的财务效益和经济效益进行重新测算。
- 环境和社会效果评价。环境和社会效果及影响评价的内容、指标和方法已在前面的小节中做过介绍。应评价项目的社会经济、文化、环境影响和污染防治等。
- 可持续发展。项目可持续性主要是指项目固定资产、人力资源和组织机构在外部投入结束之后持续发展的可能性。

**(4) 结论和经验教训。**项目后评价报告的最后一部分内容包括项目的综合评价、结论、经验教训、建议对策等。

- 项目的综合评价和评价结论。综合评价应汇总以上报告内容, 以便得出项目实施和成果的定性结论。综合评价要做出项目的逻辑框架图, 以评定项目的目标和理性、实现程度及其外部条件。同时, 评价还要列出项目主要效益指标, 评定项目的投入产出结果。在此评定的基础上, 综合评价采取分项打分的办法, 即成功度评价。一般项目后评价报告的定性结论分为: 成功的、部分成功的和不成功的三个等级。
- 主要经验教训。经验教训主要是两个方面的: 一是项目具有本身特点的重要的收获和教训; 另一方面是可供其他项目借鉴的经验教训, 特别是可供项目决策者、投资者、借款者和执行者在项目决策、程序、管理和实施中借鉴的经验教训, 目的是为决策和新项目服务。
- 建议和措施。根据项目的问题、评价结论和经验教训, 提出相对应的建议和措施。

## 第 16 章 项目范围管理

项目的范围管理影响到信息系统项目的成功。在实践中，“需求蔓延”是信息系统失败最常见的原因之一，信息系统项目往往在项目启动、计划、执行甚至收尾时不断加入新功能，无论是客户的要求还是项目实现人员对新技术的试验，都可能导致信息系统项目范围的失控，从而使信息系统项目在时间、资源和质量上都受到严重影响。项目组往往总是处于非常尴尬的地步：如果对用户总是说是，那么必然意味着失控，另外一个方面，如果总是说不，那么项目将受到客户的抵制。

在这个时候，项目组往往抱怨所谓的不合格的用户。其实，在许多的信息系统项目中，“需求蔓延”至少还有两个原因：一个是项目组也从来不知道项目的范围是什么，什么是项目应该做的，什么是项目不应该做的。其次是许多信息系统的项目组从来没有使用任何有效方式和过程来控制范围的变化。

项目范围是为了达到项目目标，为了交付具有某种特制的产品和服务，项目所规定要做的。项目的范围管理就是要确定哪些工作是项目应该做的，哪些不应该包括在项目中。项目范围是项目目标更具体的表达。

如果项目的范围不明确，那么项目解决的不是对应的问题，或者项目人员把时间浪费在从事不属于他们职责的工作上。

范围管理必须清晰地定义项目目标，此定义必须在客户与执行项目的组织或个人之间达成一致，并且把项目工作范围详细地划分为工作包。

在信息系统项目中，实际上存在两个相互关联的范围：产品范围和项目范围。

产品范围是指信息系统产品或者服务所应该包含的功能，如何确定信息系统的范围在软件工程中常常称为“需求分析”。

项目范围是指为了能够交付信息系统项目所必须做的工作。

显然，产品范围是项目范围的基础，产品的范围定义是信息系统要求的量度，而项目范围的定义是产生项目计划的基础，两种范围在应用上有区别。另外产品范围在于“需求分析”更加偏重于软件技术，而项目范围管理则更偏向于管理。判断项目范围是否完成，要以项目管理计划、项目范围说明书、工作分解结构、工作分解结构词汇表来衡量。而信息系统产品或服务是否完成，则根据产品或服务是否满足了需求分析。

项目的范围基准是经过批准的详细的项目范围说明书、项目的工作分解结构和工作分解结构词汇表。

由于进行项目的范围管理，能够确定项目的边界，明确项目的目标和项目的主要可交付成果，所以范围管理能够提高对项目费用、时间和资源估算的准确性。首先人们对

复杂的事务的预测要比相对简单的事务的预测要困难得多，而且误差也大得多。而且，即使两者误差相同，由于范围管理使用项目分解结构，将项目范围分解成可管理的工作包，人们发现误差的和小于和的误差，虽然人们多项目分解结构的每一项的估算都存在误差，但由于这些误差可能相互抵消，所以最终误差将比总估算的误差要小。

图 16-1 概述了项目范围管理的每一个过程。在信息系统项目管理师考试中，项目范围管理也是一个考查频率较高的章节。

在上午卷的考查中，从分值来看，项目范围管理在 2014~2015 年的四次考试上午卷中平均分都在 4 分左右，而在 2016~2017 年的上午的三次考试中，每次都只考查了 2 分，而最近一次的 2017 年下的试卷中又增加到了 4 分。由此可见，项目范围管理也是比较重要的章节。从知识点的分布来看，项目范围管理主要考查的是创建工作分解结构，包括这个子过程的输入输出、工作包的相关知识、控制账户、WBS 词典。其次，还考查了范围控制。很小的概率考查到了其他子过程的相关知识。

在下午案例分析的考查中，项目范围管理不是高频考点，但也不容忽视。因为在近 10 次考试，30 道题目中出现了 4 道。考查的内容分别是：范围基准、范围控制，以及可能在案例中出现的一些关于范围管理的问题。

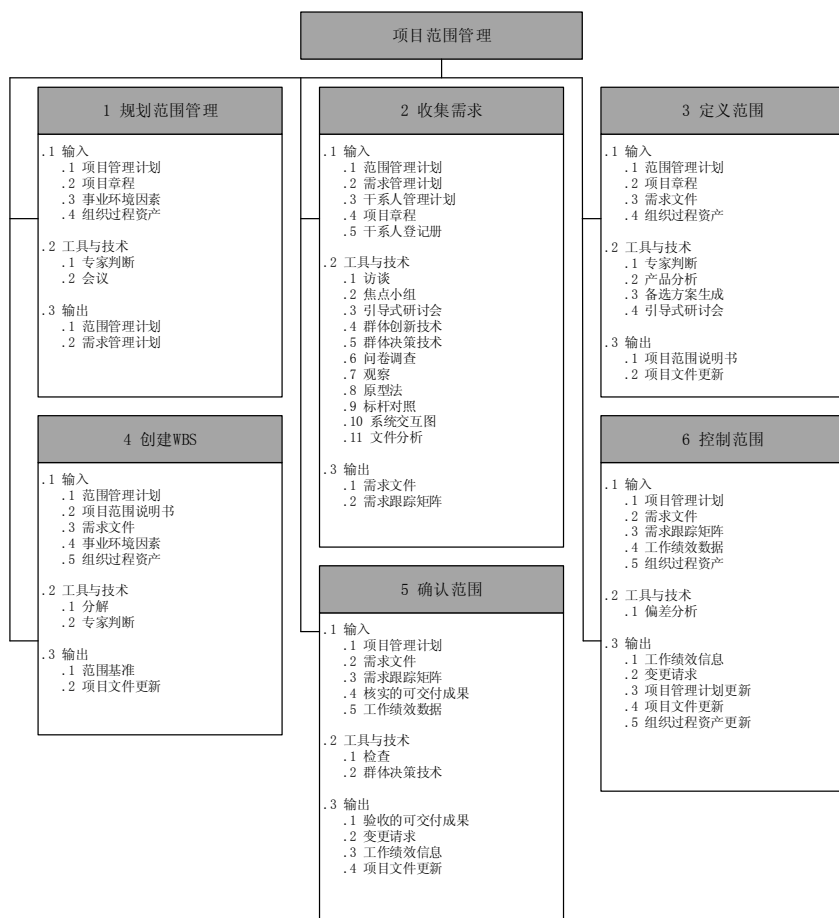


图 16-1 范围管理

## 16.1 规划范围管理

项目范围对项目的成功有重要的影响，范围管理包括如何定义项目的范围，如何管理和控制项目范围的变化，如何考虑和权衡工具、方法、过程和程序，以确保为项目范围所付出的劳动和资源能够和项目的大小、复杂性、重要性相称，使用不同的决策行为要依据范围管理计划。

项目范围管理计划是一种规划的工具，说明项目组将如何进行项目的范围管理。具体来说，包括如何进行项目范围定义、如何制订工作分解结构、如何进行项目范围核实和控制等。

由于范围管理计划描述项目范围如何进行管理，项目范围怎样变化才能与项目要求相一致等问题。所以它也应该对怎样变化、变化频率如何及变化了多少这些项目范围预期的稳定性进行评估。范围管理计划也应该包括对变化范围怎样确定，变化应归为哪一类等问题的清楚描述。在信息系统项目的产品范围还没有确定之前，确定这些问题非常困难，但是仍然有必要进行。

项目范围管理计划可能在项目管理计划之中，也可能作为单独的一项。根据不同的项目，可以是详细的或者概括的，可以是正式的或者非正式的。

如果项目没有范围管理计划，就如同许多已经成功或者失败的信息系统，那么在面对范围管理出现的问题，需求的变化、设计中的错误等“意外”情况时，项目组就缺乏一个行动指导方针，对于用户提出的新的需求，要么全部说不，要么全说是，或者更糟：全凭借想象说是或者不，这无疑会严重打击项目组的积极性，对项目的进度、资源使用和完成带来非常不利的影响。

项目的范围管理计划是对项目的范围进行确定、记载、核实管理和控制的行动指南，与项目范围计划不同，范围计划是描述的是项目的边界，而范围管理计划是如何保证项目边界应该采取的行为。

项目的范围管理计划包括如下内容。

- 如何从项目初步的范围说明书来编制详细的范围说明书。
- 如何进行更加详细的项目范围说明书编制工作分解结构，如何核准和维持编制的工作分解结构。
- 如何核实和验收项目所完成的可交付成果。
- 如何进行变更请求的批准。

例如，对于工作分解结构的编制指南可能有如下内容。

- 确定工作分解结构满足职能和项目的要求，包括重置和非重置成本。
- 检查工作分解结构是否为所有的项目工作提供了逻辑细分。
- 保证每一个特定层的总成本等于下一个层次构成要素的成本和。

- 从全面适应和连续角度来检查工作分解结构。
- 所有的工作职责需制订到个人或组织。

例如，对范围管理的常见问题的建议如表 16-1 所示。

表 16-1 范围管理中的常见问题和建议

常见问题	建 议
不完整的需求	得到完整的需求
缺乏用户参与	联系所有的项目利益相关人
不现实的期望	加强沟通
需求改变	进行范围控制
缺乏计划	增强项目计划
在压力下放弃计划	增强项目计划
遗漏必要的任务	加强范围确认
开发人员的镀金	界定项目边界
功能蔓延	进行范围控制

## 16.2 定义范围

范围定义对于项目而言非常重要，它增加项目时间、费用和资源估算的准确度，定义了实施项目控制的依据，明确了相关责任人在项目中的责任。如图 16-2 所示为不同人认为的项目范围。

项目和子项目都需要编写项目的范围定义，项目范围定义明确项目的范围：项目的合理性、目标，以及主要可交付成果。一般来说，项目范围计划由项目小组编写，也可以由项目委托者编写。它是项目的相关各方之间协议的基础。

范围定义所编制的详细的范围说明书根据项目的主要可交付成果、假设和制约因素，具体地说明和确定项目的范围。

另外，项目范围定义是在项目方案决定之后才进行的，但是在进行项目范围定义的过程中，必然又对项目的目标和方案进行疑问，如果在此期间发现项目的目标和方案有错误，应该立即提出疑问。

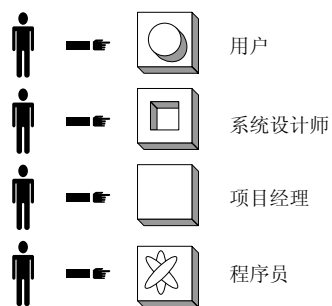


图 16-2 不同人认为的项目范围

## 16.2.1 范围边界

范围定义最重要的任务就是详细定义项目的范围边界，范围边界是应该做的工作和不需要进行的工作的分界线。如图 16-3 所示为项目边界。

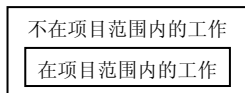


图 16-3 项目边界

项目小组应该把工作时间和资源放在范围边界之内的工作上。如果相反，把精力和时间放在项目范围边界之外的工作上，那么得到的回报将非常少。在制订了项目范围边界之后，这看起来是非常明显的事情。但实现中却有许多遗憾，第一，许多信息系统项目并没有真正试图清晰地定义项目边界；其次是在信息系统的项目开发中，经常存在着一种称为“镀金”的行为，项目实施人员往往愿意尝试新的技术或者为信息系统项目加上一些无关紧要的华丽界面，而不考虑所做的工作是否是在项目范围边界之内。如何减少“镀金”行为对信息系统项目的影晌应该列入项目范围管理计划。

范围边界的定义往往来源于项目初步范围说明书和批准的变更。有些项目并没有项目的初步范围说明书，而常常利用产品的范围说明书。显然，项目的存在就是为了产生相应的产品或者服务，产品的范围是决定项目的范围的重要因素。

例如，某个组织需要建立一个远程数据采集系统，要求提供一个用户在中心机房采集远程数据的系统，并对采集的数据进行相应的分析。项目的初步范围说明书包括两个方面。

- (1) **硬件安装**，包括采集器、集中器、数据通道和中心机房的安装。
- (2) **软件编制**，包括采集器控制软件、集中器控制软件和中心机房监控软件。

许多时候，项目范围定义重要的工作不仅仅是确定什么工作需要完成，而且也要确定什么工作不需要完成。

在进行范围定义时，信息系统项目范围边界不可避免地受到了开发工具（代码库、类库、快速开发语言其他支持工具等）的限制，如图 16-4 所示。

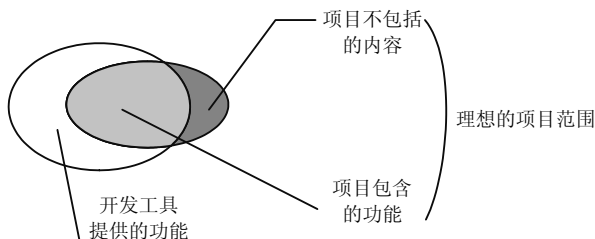


图 16-4 信息系统项目开发工具对项目范围边界的限制



### 16.2.2 产品范围和项目范围

项目范围应该以产品范围为基础，产品范围的分析随项目的产品领域不同而不同，在每个领域中都有一些公认的分析方法。在信息系统项目所产生的软件产品或服务领域，软件工程已经成为公认，传统的数据流图、面向对象分析和设计、统一建模语言中的用例分析等技术都在相当程度上提高了软件产品分析和实现的效率。软件工程师在这些方面有无数的失败教训，也有无数的成就积累，这些方面的内容是信息系统项目管理的重要基础知识。

例如，对采集器控制软件的进行用例分析可以大致得到如图 16-5 所示的结果。

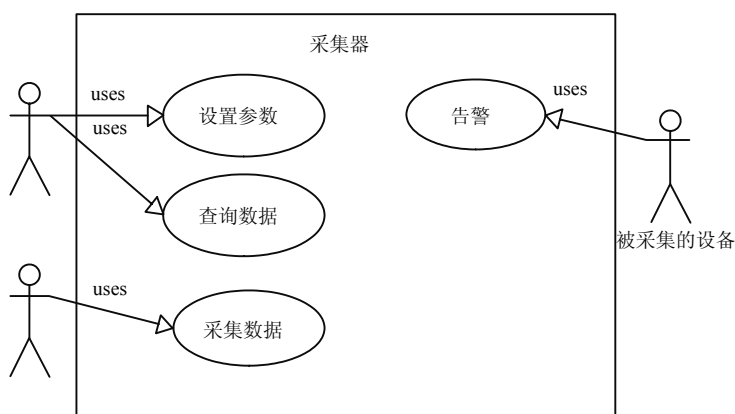


图 16-5 采集器的用例分析

其他方案识别用来提出不同的方案和技术，并进行比较。最常用的是头脑风暴法和横向思维。对于信息系统而言，技术方案的选择也非常重要，虽然计算机显得无所不能，但是如果不选择合适的技术和方法，信息系统项目往往会陷入泥潭。比如公文的传递、修改，以及和公文流转相关的权限和流程不使用 OA 系统技术而使用关系数据库系统，广域网的软件不使用 B/S 方式或者多层技术而使用 C/S 方式，都会有事倍功半的效果。这时候资深技术专家的咨询无疑能有效地进行范围定义，并及时发现范围定义中的错误。

产品范围并不是必然能推出项目范围。事实上，会存在许多对产品范围的误解而造成项目范围和用户预期格格不入的情况发生。比如，某公司开发过许多管理系统，这次和某客户签订了合同，为该客户开发管理信息系统。在需求调研完成后，公司发现客户需要一个全新的版本，而不是公司开始所预计在旧版本上的为客户的定制。而公司在投标报价时是按照所设想的情况进行报价的，这给以后的项目实施埋下了隐患。最后，项目完成时间一次次推迟，用户和公司都一致认为，这是一个失败的项目。

无论产品范围定义得多么完美，理解上的差异总是有可能发生的，而如果在产品范围中存在以下一些情况时，误解必然会发生：使用“最优”“大约”等不确定的定义，任务的大小变化很大，工作细节的可变动范围很大等。

除了产品范围，项目范围还要依据项目章程、组织过程资产、项目初步范围说明书、项目范围管理计划和批准的变更来确定。

### 16.2.3 主要可交付成果

项目范围需要定义项目的主要可交付成果，所有需要的主要工作要在这个可交付的成果中列出，而不是必需的工作则不应该列出。这个列表应该考虑到所有项目利益相关人，通常用户或者客户是最重要的可交付成果接受人，但也不应该忘记其他的利益相关人。对于传统的项目，这个列表应该列出 95%以上的可交付成果，但是对于探索和新开发的项目，这个比例可能会降低。

如果项目的可交付成果没有仔细定义，那么预算、进度和资源的消耗都会受到很大的影响。

如何形成项目的主要可交付成果有许多种方法，图 16-6 中显示了一种典型的方法。

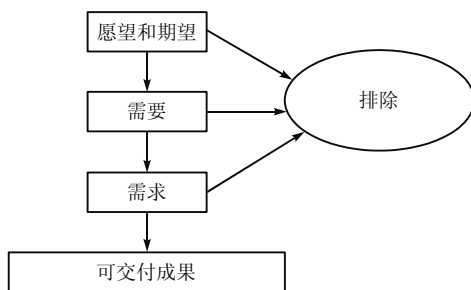


图 16-6 一种可交付成果的形成过程

首先要取得所有项目利益相关人的意愿和期望，这个过程通常需要比较长的时间，这也是信息系统项目中许多开发人员所不愿意做的事情，是个普遍的问题。开发人员往往习惯于与机器和编程语言打交道，而不擅长于和人交流。对于许多项目组而言，这是个棘手的问题：让开发人员和项目利益相关人交流，往往交流效果不是很好，让其他人去交流，又增加了项目的成本。

虽然这个过程有些难，但是了解客户需要是项目的范围管理的第一步，也是非常重要的一步。如果这时候的交流出现问题，把项目利益相关人的意愿和期望理解错误，那么项目组会向着错误的方向迈进。在许多信息系统项目中，需求调研人员走马观花似的拜访了客户之后，并没有仔细理解客户的真正期望，随后完成的产品也是晦涩难懂。

这个时候应该尽可能多地加入项目利益相关人的愿望和期望，让每个人都能够完全表达自己对项目的期待。事实上，这时候提出的大部分愿望和期望会被忽略。对于小型的项目，可以通过所有项目利益相关人的会议来进行审查工作。而大型项目，则由专业的人员来代表不同的利益相关人组成审查委员会来进行排除和审查。这些会议的结果是需要进行的工作清单。

这其中，行业专家的意见非常重要。有时候，由于单个的客户本身只了解自己所做的具体的业务，对整个行业的业务并没有深入的了解，所以不同客户提出的期望可能大不相同，甚至相互矛盾。行业专家则了解整个行业的流程和业务，他们作为专家，能够站在全局的角度来分析问题。在信息系统项目中，除非项目组本身就对所做的行业非常了解，否则，取得行业专家的帮助和支持是项目成功的一个必要条件。

这个过程中需要听取每个人的意见，但并不是每个人的意见都必须满足，恰恰相反的是，这个阶段提出的大部分愿望和期望会被忽略。如果要满足所有人的所有意见，那么项目管理者会立即陷入困境之中：因为不可能让所有的人都满意。如图 16-7 所示为项目范围评审会议示意图。

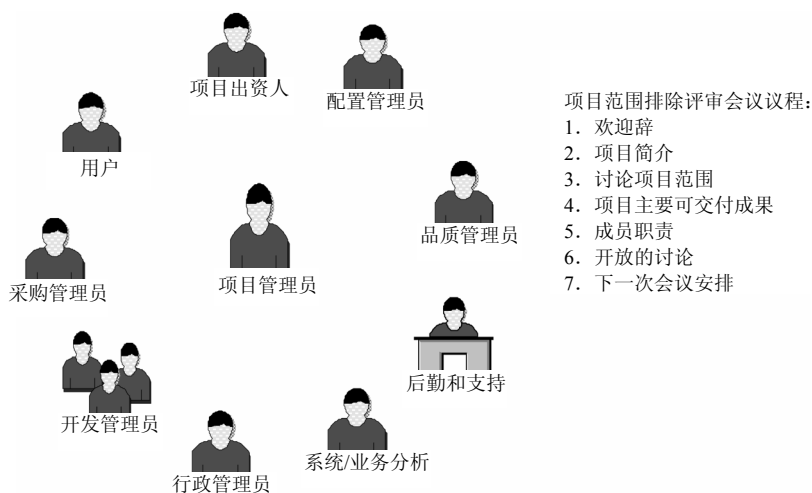


图 16-7 项目范围评审会议

项目组对需要进行的工作清单中的条目进行调查，有些条目需要进行仔细的、单独的调查，有些可以只进行粗略的调查。所有的在这个阶段被排除的条目必须有详细的说明，说明为什么该条目不能包含在项目的可交付成果中。那些留下来的条目列表称为需求。

出于各种原因，需求中的条目也有可能被排除，如时间限制、资金限制、人力资源限制等。主要的可交付成果确定后，以后所需要进行的变更，必须有正式的许可，并且要考虑变更会给项目完成带来的时间、费用和资源使用带来的影响。

## 16.2.4 定义范围的输出

定义范围定义的结果就是项目范围说明书和项目文件更新。项目范围说明书是所有的项目利益相关人对项目范围的共同理解，说明项目的主要目标，它在项目执行过程中指导团队的工作，并构成判断变更请求是否超出项目边界的基准。

项目的范围计划是项目实施的重要基础。计划包括为什么要进行这个项目、项目的目标、项目可交付的成果、项目成功标准等。

项目的合理性说明解释为什么要进行这个项目，也就是进行该项目的原因。例如，一个网络内容服务公司发起一个服务器升级项目以适应网络客户增长的需要。任何项目都是在权衡利弊之后开始的，而且，权衡利弊的活动在项目内部和外部情况发生改变时需要再次进行。合理性说明为以后的权衡利弊提供依据。

项目的目标是确定项目成功所必须满足的标准，目标应该使用明确的、量化的标准。如果项目目标是“构建一个功能强大的、用户界面友好的××系统”，这里“功能强大”和“用户界面友好”目标就存在一定的风险。而服务器升级项目的目标是“每个服务端软件必须支持 10 000 个并发连接”则是一个量化的目标。项目目标往往不是一个单一的目标，而是在费用、进度和质量上都有所要求，这也是由项目的本质所决定的。对于不同的信息系统而言，对费用、进度和质量三个要素的要求是不相同的。比如，对于机床控制软件而言，质量和安全性的要求显然更高一些。对于有些信息系统的项目来说，如果在进度上晚于竞争对手，软件产品也就可能毫无意义了，这样的项目就无法称是成功的。例如，远程数据采集系统的成果标准包括：在 7 个月内建立一个数据采集的成功率达到 99%、数据误差不超过每年 0.1%的数据采集系统。

项目的可交付成果是一份产品清单，只有所有的可交付成果都交付，项目才能够标志完成。对于信息系统的项目的可交付成果，可能包括数据库的安装调试、各子系统的程序，以及用户手册、安装和培训实施等。

项目成功的标准是指那些目标在什么范围内完成，才把这个项目称为成功的项目。如果项目按时完成，也提交了所有的可交付成果，但是费用大大超支，那么也很难把这样的项目当作是成功的项目。

产品验收准则是确定如何验收已经完成的产品。例如，远程数据采集系统的产品验收标准采用的是国家对远程数据采集的标准。

项目范围说明书的编写和项目具体相关，有些项目在合同中就明确地定义了项目范围，这样，项目范围计划的编写就很简单，可能只有几页纸。而有些复杂的项目，范围定义可能有几百页。表 16-2 为某集中抄表系统项目范围说明书。

表 16-2 某集中抄表系统项目范围说明书

项目名称：低压用户集中抄表系统	
项目委托人	某电力公司
顾客	同上
目的、使命和远景说明	实现居民用户电表的远程读取
目标	在 7 个月内完成设备的安装施工，软件编制调试
制约因素	需要和广电部门协调，利用其有线电视网络传输数据
预算	350000 元

续表

要求使用的资源	项目委托人需保证： 1. 负责提供本工程设计图纸或相关技术资料 2. 对第三方所造成的施工障碍给予及时帮助和协调 3. 保证工程所需资金，及时支付有关款项												
应交付的成果	1. 设备安装调试完成，合同规定范围内可远程抄表的用户达到总用户的 97%，数据正确率达到 99.9%，每天采集成果率达到 99% 2. 中心机房的建设，网络、服务器、软件正常运行，每年故障停机时间不超过 24 小时 3. 采集器符合国家标准，标准文件是****												
项目阶段和里程碑	<table border="1"> <tr><td>2000 年 12 月前</td><td>前期准备</td></tr> <tr><td>2001 年 3 月</td><td>IC 电路设计及芯片供应商选定</td></tr> <tr><td>2001 年 5 月</td><td>IC 定型，软件开发初步完成</td></tr> <tr><td>2001 年 6 月</td><td>软件调试完成，手持机完成</td></tr> <tr><td>2001 年 8 月</td><td>系统试安装</td></tr> <tr><td>2001 年 10 月</td><td>技术资料完成并验收，课题完毕</td></tr> </table>	2000 年 12 月前	前期准备	2001 年 3 月	IC 电路设计及芯片供应商选定	2001 年 5 月	IC 定型，软件开发初步完成	2001 年 6 月	软件调试完成，手持机完成	2001 年 8 月	系统试安装	2001 年 10 月	技术资料完成并验收，课题完毕
2000 年 12 月前	前期准备												
2001 年 3 月	IC 电路设计及芯片供应商选定												
2001 年 5 月	IC 定型，软件开发初步完成												
2001 年 6 月	软件调试完成，手持机完成												
2001 年 8 月	系统试安装												
2001 年 10 月	技术资料完成并验收，课题完毕												
项目主要风险	广电部门不配合												

## 16.3 创建工作分解结构

### 16.3.1 工作分解结构的作用

工作分解结构（The Work Breakdown Structure，WBS）是项目定义对于项目定义范围的输出结果，工作分解结构定义了项目的全部范围。创建 WBS 的输入有：范围管理计划、项目范围说明书、需求文件、事业环境因素、组织过程资产。使用到的工具与技术有分解和专家判断。创建 WBS 的输出是范围基准和项目文件更新。通过图 16-8 和图 16-9 可以说明工作分解结构的作用。

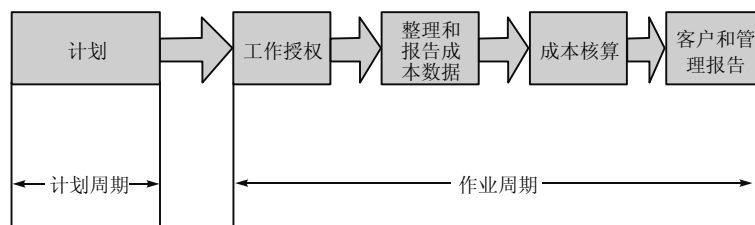


图 16-8 管理成本和控制系统

信息系统的项目经理显然无法亲自完成所有的项目任务，项目经理所需要进行的重

要工作是把项目的工作分解，交给合适的项目组成员去完成，那么如何使项目组所有成员都能够清楚地了解自己的工作，如何使所有的项目任务都有合适的负责人？

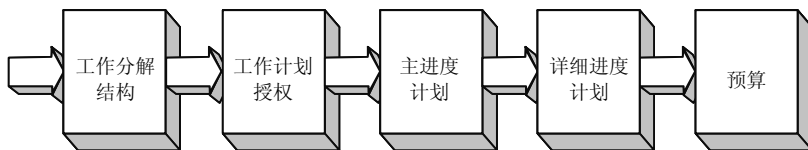


图 16-9 计划周期部分

项目经理能够利用工作分解结构来回答这些问题，工作分解结构是项目可交付成果的合集，它组织和分解项目的可交付成果。比如，一个远程采集系统可分解为设备的安装，采集器、集中器和数据中心之间的数据接口定义、采集器软件的编写调试、集中器软件的编写调试、数据中心软件的编写和调试等几个大的可交付成果。其中一项都需要继续分解，在分解的底层是工作包，也是最小的项目可交付成果，这是形成项目的进度计划的基础。

工作分解结构是一种交流手段，所以必须明确地表达。工作分解结构是将项目划分为可管理的工作单元，以便这些工作单元的费用、时间和其他方面较项目整体而言较容易确定。工作分解结构对于所有的项目都非常重要，在于它是费用估算、费用预算、资源计划、风险管理计划、活动定义的基础和依据。

工作分解结果能够帮助项目降低成本，减少离职带来的影响和屏蔽干扰因素。

工作分解结构的目的是用途主要有 9 个方面。

(1) 明确和准确说明项目范围，项目组成员能够清楚地理解任务的性质和需要努力的方向。俗话说：好记性不如烂笔头，如果没有工作分解结构或者相应的项目管理工具，即使是最好的项目经理也可能忘记某个项目所必需的细节工作。

(2) 工作分解结构清楚地定义了项目的边界，它提供了一个项目管理者、项目产品或服务的用户、项目发起人、项目组成员等其他项目相关人一致认可的项目需要做的工作和不需要做的工作。

(3) 为各独立单元分派人员，规定这些人员的职责，可以确定完成项目所需要的技术和人力资源。

(4) 针对独立单元，进行时间、费用和资源的需要量的估算，提高估算的准确性。

(5) 为计划、预算、进度安排和费用控制奠定共同的基础，确定项目进度和控制的基准。

(6) 将项目工作和项目的财务账目联系起来。

(7) 确定工作内容和顺序，把项目分解成具体的工作任务，就可以按照工作认为的逻辑顺序来实施项目。工作分解结构可以使用图形化的方式来查看工作内容，任何人能够清楚地辨别项目的阶段、工作单元，并根据实践情况进行调节和控制。

(8) 估计项目整体和全过程的费用。

(9) 工作分解结构有助于防止需求蔓延。当项目用户或者其他相关利益关联人试图为项目增加功能时,在工作分解结构中增加相应的工作的同时,也就能够很容易地让他们理解,相关费用和进度必须也做相应的改变。比如,在软件中增加一个飞行提示,对于程序组而言,或许增加的工作量不大,但是对于用户说明书而言,就必须重新编写和排版,由于排版和重新印刷的周期长,那么可能导致软件的发布时间严重推迟。

### 16.3.2 工作分解结构的层次

工作分解结构把项目整体或者主要的可交付成果分解成容易管理、方便控制的若干个子项目或者工作包,子项目需要继续分解为工作包,持续这个过程,直到整个项目都分解为可管理的工作包,这些工作包的总和是项目的所有工作范围。

最普通的工作分解结构如表 16-3 所示。

表 16-3 工作分解结构的分层

	层	描 述	目 的
管理层	1	总项目	工作授权和解除
	2	项目	预算编制
	3	任务	进度计划编制
技术层	4	子任务	内部控制
	5	工作包	
	6	努力水平	

工作分解结构的上面三层通常由客户指定,反映了整合的努力程度,不应该和具体的某个部门相联系,下面由项目组内部进行控制。这样分层有 3 个特点。

(1) 每层中的所有要素之和是下一层的工作之和。

(2) 每个工作要素应该具体指派一个层次,而不应该指派给多个项目。

(3) 工作分解结构需要有投入工作的范围描述,这样才能使所有的人对要完成的工作有全面的了解。

在每个分解单元中都存在可交付成果和里程碑。里程碑标志着某个可交付成果或者阶段的正式完成。里程碑和可交付成果紧密联系在一起,但并不是一个事物。可交付成果可能包括了报告、原型、成果和最终系统。而里程碑则关注于是否完成,比如,正式的用户认可文件。

里程碑对项目组的帮助很大。里程碑的存在能够使项目组的目標专一,与项目目标和项目的主要可交付成果相比,里程碑的实现更加容易和可控制。里程碑还能够减少项目的风险,每当达到一个里程碑,特别是阶段里程碑,都是一个对项目阶段进行总结和提高自己的机会,如果没有达到预期的里程碑,则需要启动相应的程序来进行分析和补救。里程碑还能够增强项目可交付成果的品质,由于里程碑大多数需要客户或者客户利益代

表人的正式同意，所以，对于任何可交付成果，项目组不但要做，而且要做好。

工作分解结构中的任务有明确的开始时间和结束时间，任务的结果可以和预期的结果相比较。

底层的工作单元称为工作包，由于它应该便于完整地分派给不同的人或组织，所以要求明确各工作单元直接的界面。工作包应该非常具体，以便承担者能明确自己的任务、努力的目标和承担的责任，工作包是基层任务或工作的指派，同时其具有检测和报告工作的作用。所有工作包的描述必然让成本会计管理者和项目监管人员理解，并能够清楚地区分不同工作包的工作。

同时，工作包的大小也是需要考虑的细节，如果工作包太大，那么难以达到可管理和可控制的目标，如果工作包太小，那么工作分解结构就要消耗项目管理者和项目组成员的大量时间和精力。作为一种经验法则，8/80 规则建议工作包的大小应该至少需要 8 小时来完成，而总完成时间也不应该大于 80 小时。那么一般来说，对于小的项目，可以考虑把工作分解结构分解到每一天的工作，而对于大型的项目，则可以分解到周。而对于某些大型的信息系统项目而言，要达到这个水平的分解，也非常困难。另外，这个经验规则在工作包中包含了子项目和存在外包工作时难以控制。工作包越大，那么评价就越困难和主观。

给工作分解结构的每个部分赋予一个账户编码标志符，它们是费用、进度和资源使用信息汇总的层次结构。

在制作工作分解结构过程中，需要生成一些配套的文件，这些文件需要和工作分解结构配套使用，称为工作分解结构词汇表。它包括工作分解结构组成部分的详细内容、账户编码、工作说明、负责人、进度里程碑清单等。还可能包括合同信息、质量要求、技术文献，计划活动、资源和费用估计等。

由于项目管理者一般在工作分解结构的上面三层，所以对于项目管理者最好的方针是不考虑其技术特长，而这在现在的信息系统项目中往往是有争议的。

### 16.3.3 分解参考的原则

创建工作分解结构没有所谓正确的方式，可以使用白板、草图，或者是使用比较专业的计算机软件。现在的项目管理软件提供了非常多的相关功能，很难想象项目管理者会拒绝使用它们。然而，项目的成功并不依赖于某个人使用项目管理软件绘制出的令人赏心悦目的图表和报告。项目管理软件只是把思考的结果更好地表现出来，不能代替思考。

进行工作分解结构创建时对工作的划分，可以参考一些现成的原则。

**（1）功能或者技术原则。**这个原则考虑的是项目中每个阶段需要的不同的技术或者专家的不同。对于信息系统而言，往往涉及系统分析员、项目管理员、系统设计师、程序员、数据库专家、网络专家、实施顾问等相关的人员和他们所掌握的技术。对于不同阶段，需要不同的专家出来，在创建工作分解结构时，需要考虑将不同专家的任务分开。按功能分解的示意图如图 16-10 所示。



**(2) 组织结构。**对于职能式的项目组织而言，项目分解结构也要适应项目的组织结构形式，注意到职能部门之间的协调有时候非常困难。如果软件有部分功能采用了其他组织的产品或者服务，即外包的形式，那么在工作分解结构中也应该把这部分工作反映出来，并应该特别注意这部分工作对其他工作的影响。虽然外包能够减少项目的工作量，但同时，外包也是很难控制的一部分工作。如果不受控制的外包服务在时间、质量上不能达到项目的要求，而又是软件中的重要部分，那么项目就会受到严重的干扰。

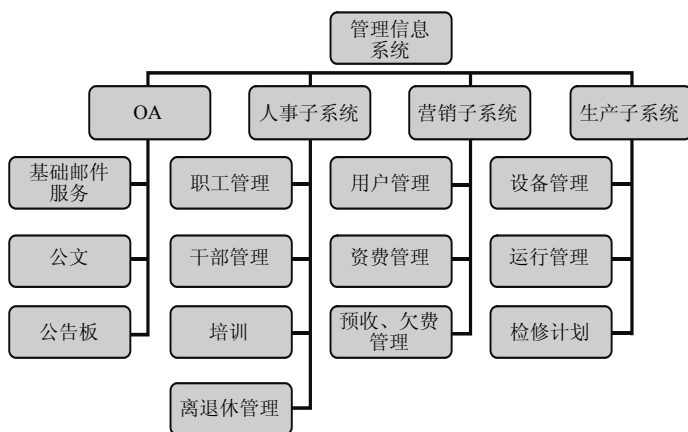


图 16-10 按照功能分解

**(3) 系统或者子系统。**这是信息系统项目最常用的划分原则，总的信息系统划分为几个主要的子系统，然后对每个子系统再进行分解。注意到这样的原则经常同时和功能或者技术原则相互配合使用：系统被分成不同的子系统，而所有的子系统都调用同样的数据库访问子系统和界面查看系统。图 16-11 和图 16-12 分别是按照阶段分解和按照部门分解的框图。

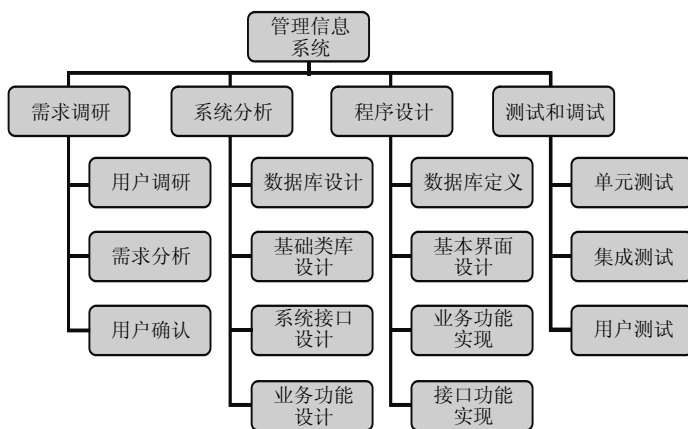


图 16-11 按照阶段分解

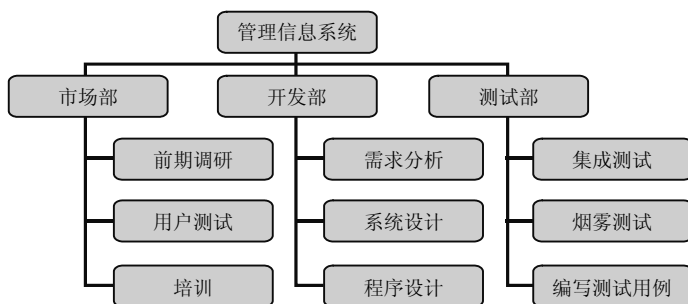


图 16-12 按照部门进行分解

在实践中可能的分解并非按照一种方式进行分解，一种常见的情况是在工作分解结构的上面三层按照子系统进行分解，而在下面的层次中按照阶段进行分解。

对于工作分解结构的常见错误是认为分解是很容易进行的任务，实际上工作分解结构的上面三层往往有模板，而在工作分解结构的技术层的三层，却很难胜任了，其困难来自三个方面。

(1) 前面提到过的 8/80 经验原则，对于不是很大的项目是有效的，而对于耗时上百万的大项目，这样的分解就显然成本太高了。

(2) 工作包的成本有时候是难以确定的，特别是对于信息系统这样以人的智力作为主要投入的时候。统计表明，优秀的开发人员和糟糕的开发人员的开发效率可能达到 10:1。如果在项目中使用了项目组从未大规模采用的新技术，那么新技术中的隐患和特别要求，有时候要到很晚才能为项目组所意识到，这些都会改变项目的进度和预算。可见，不是所有的工作包都是可以提供正确的成本控制。

(3) 在工作分解结构的技术层，各种活动直接相关性非常复杂，有时候很难用简单的图表表现和描述。

解决上述困难的一种方法是预留一部分时间、进度、资源给不确定的因素。有观点认为，为项目预留资源是项目管理思想的一次飞跃。

在分解时，一般要进行如下工作。

- (1) 判断为了交付可交付成果需要进行的工作。
- (2) 确定工作分解结构的结构和编排。
- (3) 将工作分解结构从上层向下分解。
- (4) 为每个部分标识编码。
- (5) 审核工作分解结构的每个部分是否必要和足够。

在分解中应该注意到工作分解结构是将项目的产品或服务、组织和过程这三种不同的结构综合分解的过程，逐层分解项目或者其主要交付成果的过程实际上也是分派角色和职责的过程，应该注意以下方面。

(1) **工作分解结构必须是面向可交付成果的。**项目的目标是提供产品或者服务，仅仅是一连串特别的活动。工作分解结构中的各项工作是为提供可交付的成果服务的。

工作分解结构并没有明确地要求重复循环的工作，但为了达到里程碑，有些工作可能要进行多次。最明显的例子是软件测试，软件功能必须经过多次测试后才能作为可交付成果。

**(2) 工作分解结构必须符合项目的范围。**工作分解结构必须包括，也仅包括为了完成项目的可交付成果的任务或者活动。百分之一百原则认为：工作分解结构中，所有的下一级的元素之和必须 100%代表上一级元素。如果工作分解结构没有覆盖全部的项目可交付成果，那么最后提交的产品或者服务是无法让用户满意的。

**(3) 工作分解结构的底层应该支持计划和控制。**工作分解结构是项目计划和项目范围之间的桥梁，工作分解结构的底层不但要支持项目计划，而且要让管理层能够监视和控制项目的进度和预算。如果把工作分解结构分解得过于详细，就容易让人掉进细节中，同时可能会忽略更重要的事情，对于项目的成本控制也不利。另外，项目分解结构如果变成了每小时的工作单，那么对于项目组成员而言，谁也不愿意每时每刻都受到监控，而且，组织可能还需要雇佣相应的人员来完成如此之多的监控。

**(4) 工作分解结构中的元素必须有人负责，而且只由一个人负责，尽管实际上可能需要多个人参与。**如果没有个人负责的内容，那么工作分解结构发布后，也很少有项目组成人员能够意识到自己和其中内容上的联系。

工作分解结构和责任人可以使用工作责任矩阵来描述。在表 16-4 中，1 表示负责，2 表示参与，这样能够清楚地辨别任何一项工作和任何一个成员的责任。

表 16-4 工作责任矩阵

工作分解结构 \ 责任人	张 三	李 四	王 二	蒋 文
设备的安装	1			2
采集器软件的编写调试		1	2	
集中器软件的编写调试		1	2	
数据中心软件编写		2	1	
数据中心硬件安装	2			1

**(5) 工作分解结构的指导。**作为指导而不是原则，每个级别的工作分解结构把上一级的一个元素分为 4~7 个新的元素，同一级的元素的大小应该相似。

**(6) 工作分解结构并非是一成不变的。**在完成了工作分解结构之后的工作中，仍然有可能需要对工作分解结构进行修改。如果没有合理的范围控制管理，那么仅仅依靠工作分解结构会使得后面的工作僵化。

### 16.3.4 创建工作分解结构

学习如何创建工作分解结构的最好方法是看一些现成的例子，然后自己动手尝试。

图 16-13 和图 16-14 是用 Project 和 Word 创建的一个简单的远程采集系统的工作分解结构。

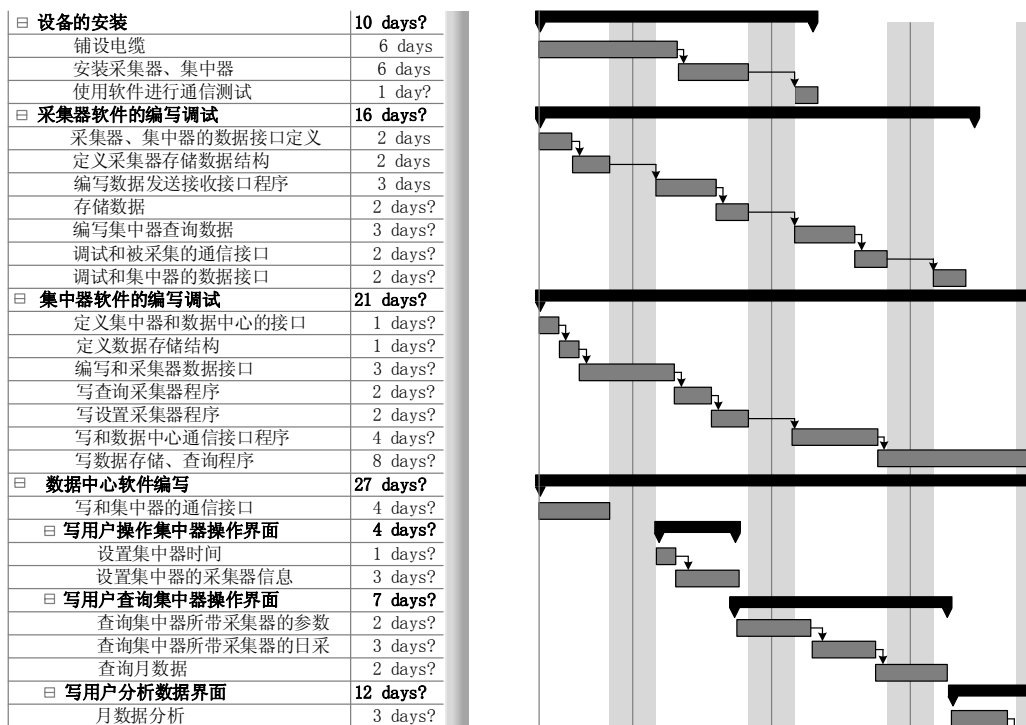


图 16-13 一个工作分解结构的例子

从 Microsoft Project 创建的工作分解结构的同时，人们可以立即对工作完成时间、费用等使用的资源进行定义，这也是上节所讲的工作分解结构的作用之一。从根本上来说，工作分解结构并不是项目工作计划、进度安排或者是资源分配安排，它是一个过程，这个过程帮助项目组和利益相关人，组织和计划项目所必须完成的工作。

如果存在制订工作分解结构的指导书，那么项目组就应该积极地使用它，特别是对工作分解结构的上面三层。

如果能够找到和项目类似的工作分解结构，那么应该把它当作范例，作为构建项目的工作分解结构的开始。由此可见，组织应该保留好每个项目的相应的文件，以备将来作为参考。同时，许多项目管理软件也有相应的例子，能够为创建自己的工作分解结构提供帮助。

有两种主要的方式来创建工作分解结构，即自顶向下法和自底向上法。自顶向下法是先把项目工作分解成若干阶段，然后不断细化。是一个从总体到细节的过程。而自底向上法则先考虑具体的细节工作，然后将最底层的工作包不断合并成合适的阶段，是一个不断归纳的过程。

自顶向下法和自底向上法各有各的优点，自顶向下法是最常见的方法，特别是对

于许多有经验的项目。而且对于项目管理者而言，首先考虑的是总体的项目阶段划分，而不是具体的细节。

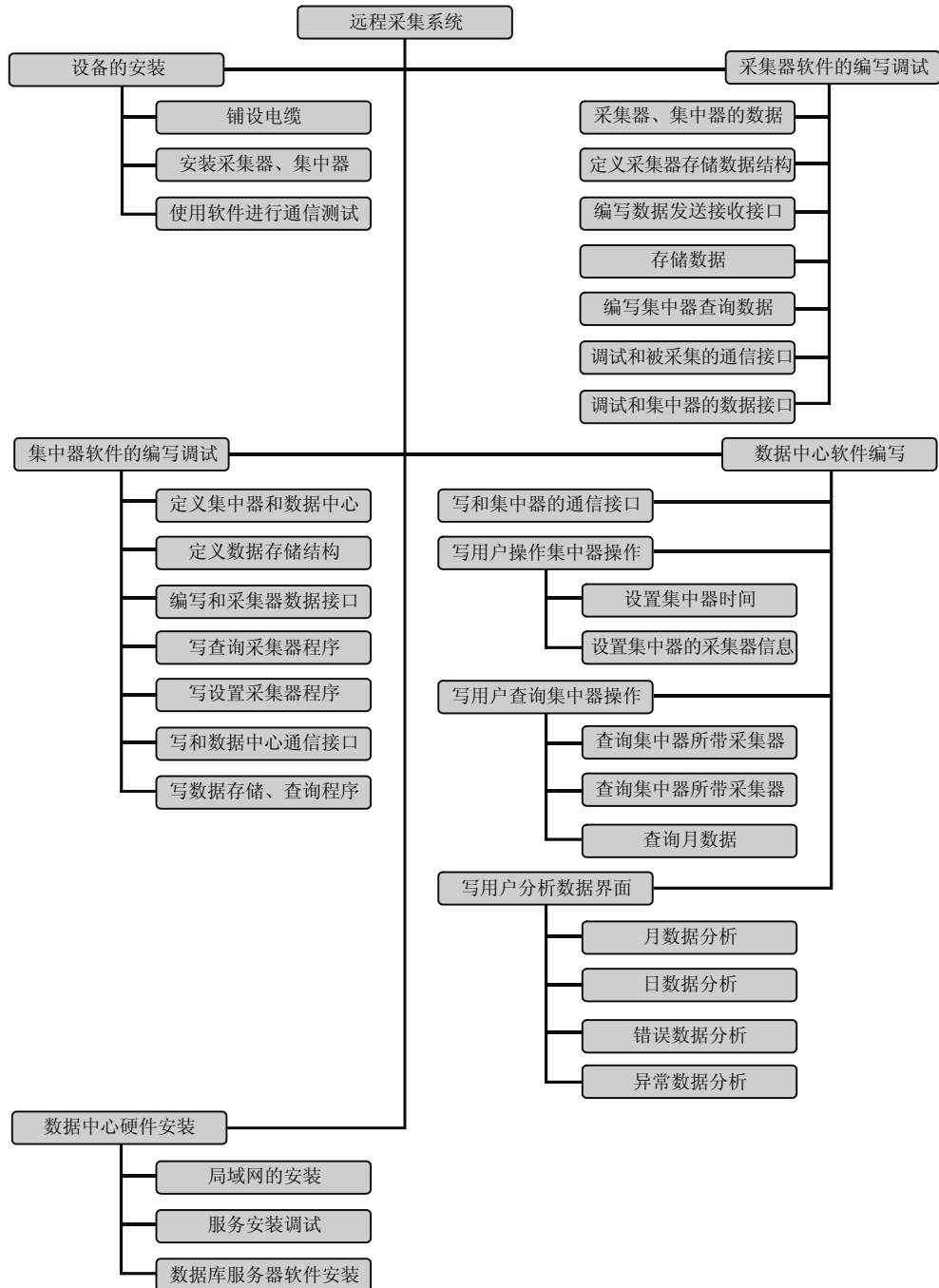


图 16-14 使用树形的工作分解结构

而对于一些新的项目，或者许多工作细节是项目组所能够完全掌握时，项目组通常采用头脑风暴法等先提出许多具体问题的解决方式，这时，由于解决方式的不同，项目的阶段划分也大不相同。比如，某软件公司一贯采用 C/S 结构为客户提供解决方案，后来面对 B/S 的兴起，决定在某个项目中采用新的解决方案，由于并没有新的 B/S 实施项目的经验，而且也没有一个手册来指导如何进行，所以项目组首先进行的也是方案的选择，然后大家列出了选定方案所需要进行工作的列表，最后项目负责人进行归纳总结出不同的阶段。

### 16.3.5 项目分解结构工作过程

项目分解结构不是某个项目成员的责任，应该由全体项目组成员、用户和项目利益相关人共同完成和一致确认的。方法有参照样本、问卷调查、个别了解和开小组会等。图 16-15 为创建工作分解结构的过程框图。

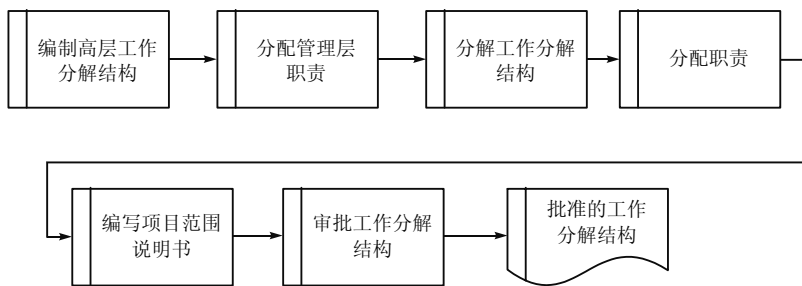


图 16-15 创建工作分解结构的过程

信息系统项目一般都存在一个需求管理的过程，这个过程可能是项目组尚未组成的时候就开始了。需求管理会给出一份需求说明，说明软件或者服务应该提供的功能，这界定了产品的范围。产品范围决定了项目的范围。但是，产品范围并不会必然地就给出了项目的范围。项目组必须依据产品范围，详细讨论为了实现该产品或者服务而必须进行的工作。同时，产品范围也不是必须给出项目范围的阶段划分，项目组必须划分项目的阶段。

当产品范围或者项目计划中并没有明显项目阶段的描述时，项目组可以参考以下内容进行阶段的划分：项目是否存在不同的逻辑划分、是否存在明显的里程碑等。

当确定了项目的阶段后，开始对每个阶段不断重复分解的过程，直到项目的主要可交付成果分解为工作包。这些工作包的列表就代表了项目从开始到结束需要进行的工作。

创建了工作分解结构之后，还需要检查每个阶段主要的交付成果，它们将是项目和项目负责人管理和控制的依据。

项目组所完成的工作分解结构需要提交给项目投资人。项目管理者必须向项目投资人解释项目任何阶段的意义。如果项目分解结构不合理,那么项目投资人就应该和项目管理者一起改正这些错误。

完成的工作分解结构还需要交付给其他的项目利益相关人,根据不同的项目和不同的组织,项目利益相关人可能包括用户及组织中的其他部门等。这样做的主要目的是确认所有的项目范围都已经包含在工作分解结构中,可见,每个人同意都是非常重要的。

## 16.4 确认范围

在信息系统中,确认范围并不是容易的事情,它的不容易主要体现在与用户的沟通上,特别是对定制系统更是如此:项目组倾向于让用户确认范围以尽快开始下面的工作,而用户则可能认为自己什么也没有看到,怎么可以确认呢?项目组必须有足够的能力与用户沟通,让用户意识到,虽然项目确认范围是正式的,但这并不意味着该项目的范围就是铁板一块,不能再修改了,只是,无论是现在更改范围,还是以后更改范围,都会引起项目的时间、进度和资源上的变化。

有时候在与用户进行确认范围时,用户可能会坚持信息系统的细节,比如,下拉列表的内容、按钮的摆放位置等。有些细节是非常容易实现和改变的,而有些细节的实现则相对比较难。这时候,参与交流的人员一方面需要判断这些细节是否容易实现,另一方面则要让用户意识到确认范围最重要的任务是确认项目的可交付成果和用户的期望是否一致。

确认范围主要是确认项目的可交付成果是否满足项目利益相关人的要求。把项目的可交付成果列表提交给项目利益相关人,也应该展示项目的进度安排。最有效的说明是使用幻灯等工具制作项目的时间进度安排:项目的每个阶段从什么时候开始,到什么时候结束。在演示每个阶段时,在时间线上标明每个阶段和项目完成的关系。这样有利于让项目利益相关人理解项目组的计划。如图 16-16 所示为一个时间线的例子。

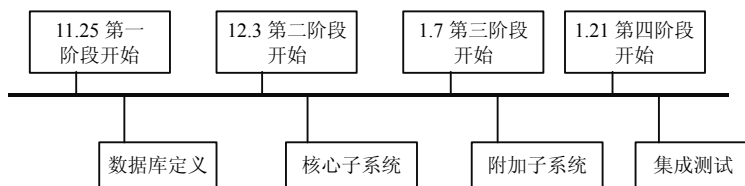


图 16-16 一个时间线的例子

在每个阶段中,有必要说明最重要的活动,但没有必要过于涉及细节。除非项目利益相关人特别提到,而且要有详细讨论每个细节的准备。

有时候，项目利益相关人会拖延对项目范围的确认，这有可能是因为他们想仔细研究一下相关细节，也有可能是由于他们太忙。无论是什么原因，如果项目范围需要立即确认，那么可以在提交的文件上注明需要在多少个工作日得到回复，或者至少是对部分范围的回复。

项目利益相关人进行范围确认时，要从六大方面检查。

(1) 可交付成果是否是确实的、可核实的。

(2) 每个交付成果是否有明确的里程碑，里程碑是否有明确的、可辨别的事件，比如，客户的书面认可。

(3) 是否有明确的质量标准，也就是说，可交付成果的交付不但要有明确的标准标志，而且要有是否按照要求完成的标准，可交付成果和其标准之间是否有明确的联系。

(4) 审核和承诺是否有清晰的表达。项目投资人必须正式地同意项目的边界，项目完成的产品或者服务，以及项目相关的可交付成果。项目组必须清楚地了解可交付成果是什么。所有的这些表达必须清晰，并取得一致的同意。

(5) 项目范围是否覆盖了需要完成的产品或者服务进行的所有活动，有没有遗漏或者错误。

(6) 项目范围的风险是否太高，管理层是否能够降低可预见的风险发生时对项目的冲击。

确认范围主要是项目利益相关人员，如客户、投资人等，对项目的范围进行确认和接受的工作。每个人对项目范围所关注的方面是不同的。

管理层所关注的项目范围是，项目范围对项目的进度、资金和资源的影响，这些因素是否超过了组织承受范围，是否在投入产出上具有合理性。

客户主要关心的是产品的范围，关心项目的可交付成果是否足够完成产品或者服务。有些信息系统的产品经理就是客户，在这种情况下，能够减少项目组对产品理解的失误的可能性，降低项目的风险。

项目管理者主要关注可交付成果是否足够和必须完成，时间、资金和资源是否足够，主要的潜在风险和预备解决的方法。

项目组成员主要关心项目范围中自己参与的元素和负责元素，通过范围定义中的时间线检查自己的工作时间是否足够，是否在项目范围中自己有多个工作，而这些工作又有冲突的地方。如果项目组成员估计某些可交付成果自己无法在确定的时间完成，需要提出自己的意见。

在确认范围工作进行之后，管理层可能会取消该项目，可能是因为项目范围太大，造成对时间、资金和资源的占有远远大于管理层的预计或者组织的承受能力。更多的情况是要求项目组压缩范围以满足进度、资金和资源的限制。在信息系统项目中，客户和项目组成员往往有在当前版本中加入所有功能和特征的意愿，这对于有些资源的项目来说是一种潜在的风险，会给组织和客户带来危害和损失。

如果在确认范围工作中发现项目范围说明书、工作分解结构中有遗漏或者错误，需



要向项目组明确指出错误的内容,并给出修正的意见。项目组需要根据修改意见重新修改项目范围说明书和工作分解结构。

在确认范围的工作过程中也可能会出现范围变更请求,如果这些范围变更请求得到了批准,那么也要重新修改项目范围说明书和工作分解结构。

## 16.5 控制范围

在项目的实施过程中,项目的范围难免会因为很多因素,需要或者至少为项目利益相关人提出变更,如何控制项目的范围变更,这需要与项目的时间控制、成本控制,以及质量控制要结合起来管理。

范围变更的原因包括项目外部环境发生变化(如法律、对手的新产品等),范围计划不周,有错误或者遗漏,出现了新的技术、手段和方案,项目实施组织发生了变化,项目业主对项目或者项目产品的要求发生变化等。

所有的这些变化,即使是“好”的变化,对项目管理者而言,都令人不安。项目范围定义了项目应该做的和不应该做的,那么对于范围变更,就不能随意进行。所有的变更必须记载,控制范围必须能够对造成范围变更的因素施加影响,估算对项目的资金、进度和风险等影响,以保证变化是有利的,同时需要判断范围变更是否发生,如果已经发生,那么对变化进行管理。如图 16-17 所示为项目范围变更框图。

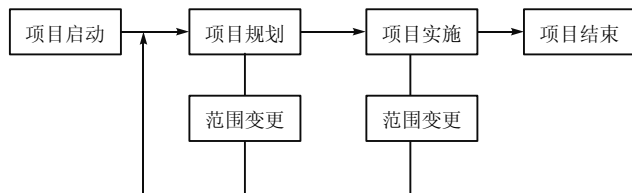


图 16-17 项目范围变更

对范围变更进行控制时,要以工作分解结构、项目进展报告、变更请求和范围管理计划为依据。进行范围变更控制必须经过范围变更控制系统。

项目进展报告提供了有关范围的实际进度情况资料,它报告了哪些中间成果已经完成,哪些还没有完成,项目进展报告还能对将来可能发生的问题提供预警。

范围控制管理依赖于范围变更控制系统。这个系统定义了项目范围发生变化所应遵循的程序。这个程序包括使用正式的书面报告,建立必要的跟踪系统和核准变更需求的批准系统。项目范围变更控制系统是整个项目变化控制系统的一部分。

对于有合同的项目而言,项目范围变更必须遵守项目合同的相关条款。

进度度量用于评估项目的变化发生的程度,找到并确定哪些因素引起的项目范围发

生变化，并决定是否需要更正范围变更控制的重要任务。

由于存在范围变更的变更需求，而这些需求有些是无法在范围定义中完全控制的，所以几乎所有的项目都需要对范围进行修正，这就需要有一个额外计划。

对于信息系统项目建设过程中用户不断提出的新的要求和建议，项目应该坚持“决不让步，除非交换”的原则，尽可能减少范围蔓延的可能性。所有的范围变更必须在项目的工期、费用或者质量要求上有相应的变更。

### 16.5.1 范围变更请求

变更需要来自多方面，提供的手段也有多种形式：书面的或口头的、直接的或间接的、内部的或外部的、强制的或非强制的。注意变更需求可能扩大项目范围，也可能减少项目范围。但在信息系统项目建设过程中，大家注意到的和经常发生的是变更需要产生的范围扩大。

特别在用户不是非常了解信息系统时，随着项目的进展，用户逐渐对项目有更深入的了解后，对信息系统的要求也更加明确，往往会不断提出范围变更请求。

变更需求的另一个主要来源是项目范围定义发生错误或者遗漏，这往往又是需求分析时产生的错误或者遗漏，比如，在手机软件的范围定义中未加入笔画输入法。

新技术的产生常常也会产生项目范围变更需求，特别是对于信息系统这样的项目而言，软件技术日新月异，各种新技术、新观点不断产生，以期能够缩短项目周期，减少项目实施难度，降低项目开发费用。另外一个方面是信息系统项目参与人员往往倾向于使用新技术，而较少考虑使用新技术的风险，特别是对于一个已经开始的项目。

竞争对手产品的新功能、增强功能也是项目变更需要的来源。

由于现实的复杂性和不确定性，而信息系统又是为人们解决现实问题的。所以信息系统项目中，范围的变化是必然的，项目组既无法阻止变化，更不能完全预言变化，虽然许多新的分析方法能够容纳一些变化，但它们并非解决信息系统复杂性的“银弹”，根本原因就在于信息系统的复杂性。

项目管理者需要正式而严格的过程将变化纳入计划中，所有请求的变更必须有正式的文件，这个文件是项目变更请求表，如表 16-5 所示。

从表 16-5 中我们发现，这个请求表不但要求项目范围变更请求者描述变更，而且要描述变更的目的，只有有意义的变更才有可能获得批准。而项目利益相关人必须对请求的变更进行分析，包括对资金、进度和风险等的分析和判断。

对于范围变更管理来说，不但实现范围变更要付出更多的代价，评估和确认范围变更请求也同样要消耗项目的资源。意识到这一点也非常重要，项目的资源很容易耗尽在不断提出的变更请求上，项目组成员也会在无休止的变更面前筋疲力尽。

表 16-5 项目范围变更请求表

提交人		日期	
电话		编号	
变更请求:			
变更目的			
资金需求:			
进度影响:			
已知风险:			
其他:			

### 16.5.2 范围变更的冲击

在收到范围变更请求表后,项目利益相关人要对申请的变更可能对项目的冲击进行估计,由于范围的变化会给项目的目标、成本、进度和资源带来冲击。范围变更是严重的事件,无论这个变更看起来多么细小,同时,一个看起来是好的变化也可能对项目造成不良的影响。

无论范围变更是范围定义中的缺漏,还是为了赶超竞争对手的更高要求,这些都意味着需要更多的时间和资源。而变更可能会改变项目网络图中的主要路径,使得项目的进度要求改变。为了赶超竞争对手而采用的新技术,往往也含有巨大风险。

只有变更请求的提交者有非常合适的理由,项目组才能够接受变更请求,并对变更所可能造成的影响进行估计和判断。表 16-6 是项目范围变更所带来冲击的例子。

由于范围变更控制并非轻而易举,所以首先应该确定某个范围变更的目标。与项目的目标的生成是为了满足客户在某个方面需要的产品或者服务一样,项目范围变更时也不能脱离这个目标。在信息系统项目中,特别要注意由于新技术的产生而带来的使用新技术的愿望,而新技术未经测试就贸然使用的情况。

变更控制是组织内部的过程,这个过程阻止未被合理判断的变更请求,阻止随意改变项目的可交付成果,无论这个变更请求来自何方,即使是管理层所提出的范围变更,也同样需要经过变更控制的确认。

表 16-6 项目范围变更的冲击

范围变更请求	提交日期	对进度的冲击	对成本的冲击	是否接受请求
采集器和集中器协议中增加按照月采集指令	2001/10/23	4 天	500	接受
在集中器中加入实时钟模块	2001/11/7	4 个月	17000	在下次实现
增加故障分析内容	2001/11/9	30 天	3000	接受
导入上一个版本的数据	2001/11/30	7 天	700	接受
集中器和其他类型采集器通讯	2001/12/15	2 个月	8000	拒绝

项目利益相关人必须对以上的情况进行判断，并对范围变更申请做出正式的回答，回应的结果可能是：由于时间、资金或者资源的不足拒绝请求、接受请求或者将该变更的实现留到下一个版本中，如图 16-18 所示。

具体来说，项目利益相关人对于变更请求的分析，可能会得到以下结果。

(1) 无法实现，非常遗憾。接受变更请求将使项目陷入混乱。

(2) 可以实现，并且能够满足现有的进度、资金和资源限制。也就是说，变更请求对项目的冲击非常小。这是最好的情况，也是最少的情况。

(3) 可以实现，但是需要更多的时间。信息系统常常延期，很少有能够在规定期限内完成的。

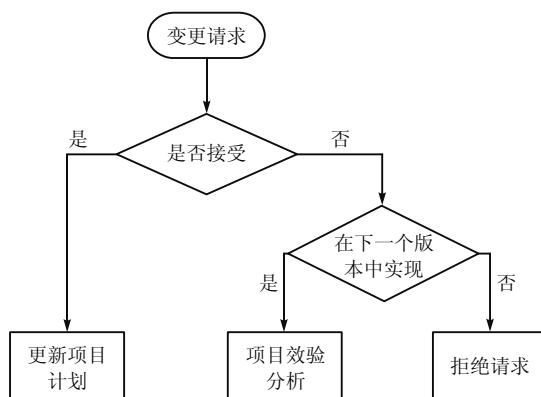


图 16-18 变更请求能够在下一个版本中实现

(4) 可以实现，并在规定期限内完成，但需要更多的资源。做出这样的判断要非常小心，对于信息系统项目而言，在项目开始之后，即使增加人力资源，也不一定能够在规定的期限内完成更多的任务。

(5) 可以实现，但同时需要更多的时间和资源。

(6) 难以实现，如果要想实现，必须付出极大的代价。如果不是必需的，应该拒绝这样的变更请求。

变更控制系统是文档化的，以正式的过程来接受、审查和允许项目的变更请求。变

更控制系统定义了变更请求的价值，对资金、进度的冲击，变更的风险估计，同时记录了拒绝变更的方法。

在许多组织中，变更控制系统拥有一个变更控制委员会，由这个委员会来完成审核和评审提交的变更请求，估计他们的价值，批准或者拒绝项目变更请求，或者推迟请求，在合适的时候再给出对项目变更请求的建议。在不同的组织中，这个委员会的名称可能各不相同，比如，工程审查委员会、技术审核委员会或者技术支持委员会等。

下面举一个实际的项目变更的例子。在某信息系统正在建设之中，所有的项目组成员都是富有经验的，一切都进展顺利，项目组也士气高昂。当项目负责人约翰听说总经理找他，他想总经理一定会为这个项目而骄傲。确实，在会谈中总经理高度赞扬了项目组。随后总经理问约翰是否能把准备下一个版本的内容加入现在的版本中，并且加入自定义报表功能，这一下把约翰惊呆了，他马上表示反对，如果这样，项目组无论如何无法在规定的期限内完成这些功能。总经理给出了以下的一些方法：目前项目组成员同时都在对公司的初级开发人员进行一些辅导工作，这些辅导可以暂时停止；项目组成员也在参加一个高级 UML 设计的培训，由于项目组成员水平都很高，所以建议他们不必再参加这样的培训。虽然约翰极力反对，但他还是被总经理说服。当他向项目组转达后，项目组非常安静，在下班时间达到时，约翰发现只有自己在办公室。

### 16.5.3 实现范围变更

一般来说，在项目的初期改变项目的范围要比后期容易，这不仅仅在信息系统项目中是这样。显然，如果要改变大楼窗户的式样，在设计草图阶段实现就相对简单，而到了大楼封顶时就不可能了。

要避免信息系统项目范围在项目进行后进行重大修改，合理的需求分析非常重要，必须加强需求分析阶段的努力，不幸的是，许多信息系统的项目，不但没有分析，甚至连需求都不确定时就开始了编程阶段。

另外，还要注意对新技术的测试，不要把项目变成新技术的测试平台。如果有必要，在组织中建立专门的实验室是非常好的解决方法。

如果确定了范围变更请求，项目管理者必须和项目组成员进行交流和协商。现实中的信息系统项目中，往往项目管理者顶不住管理层关于压缩项目进度的要求，使得项目组士气大受打击，最后项目完成比最早预期还要晚。

要实现项目的范围变更，必须付出代价。对于项目，存在一个平衡的三角形，三个边分别是时间、成本和范围，如图 16-19 所示。

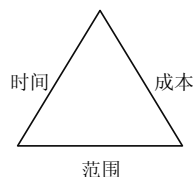


图 16-19 项目范围的平衡三角形

这个平衡三角形意味着，项目范围如果扩大，那么所需要的时间和成本就要相应增加。由此可见，如果接受项目范围变更，必须重新审视项目的进度计划和资金计划。

范围控制的结果包括范围变更、纠正行为和经验教训。

范围变更是指对范围定义所定义的工作分解结构进行修改,这个修改往往会影响到项目的费用、时间、产品质量和需要使用的资源,这些需要同时进行调整。范围变更需要及时告知项目的相关利益人。

将范围变更控制在项目计划的范围内的行为是纠正行为。

变更需求产生的原因、进行纠正行为的理由和产生的结果,以及其他有关范围变更的经验教训都应该记录在册,作为以后项目范围管理工作的参考。实现范围变更请求,如图 16-20 所示。

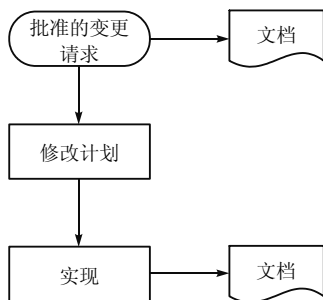


图 16-20 实现范围变更请求

# 第 17 章 进度管理

项目管理的首要任务是制订一个构思良好的项目计划，以确定项目的范围、进度和费用。由于在给定的时间完成项目是项目的重要约束性目标，能否按进度交付是衡量项目是否成功的重要标志。因此，进度管理在项目管理中也是至关重要的。同时，由于项目管理是一个带有创造性的过程，项目不确定性很大，项目的进度控制是项目管理中的最大难点。

图 17-1 概述了进度管理的每一个子过程，在信息系统项目管理师的考试中，进度管理是考查的重点，特别是在下午的案例中是必考的内容。

在上午卷中，从分值来看，平均每次在 3 分左右。从考查的知识点来看，进度管理除了有少量的概念题目，其余大部分的题目都是要求考生掌握计划评审技术、关键路径法，需要会算工期、总时差、自由时差。

在下午案例题中，进度管理是必考的内容，需要掌握前导图法、剪线图法、时标网络图法，横道图、关键路径法、总时差、自由时差、总工期、提前量与滞后量、进度压缩和资源优化技术。

## 17.1 影响进度的主要因素

为了有效进行进度控制，必须对影响进度的因素进行分析，以便事先采取措施，尽量缩小实际进度与计划进度的偏差，实现项目的主动控制与协调。在项目进行过程中，很多因素影响项目工期目标的实现，这些因素可称为干扰因素。影响项目工期目标实现的干扰因素，可以归纳为以下几个方面。

### 1. 人的因素

项目中人的因素是第一位的，可以说是决定性的因素。项目管理实践证明：人的因素是比精良的设备、先进的技术更为重要的项目成功因子。

**(1) 项目经理。**项目经理是项目委托人的代表，是项目启动后项目全过程管理的核心，是项目班子的领导者，是项目有关各方协调配合的桥梁和纽带。由于项目有关各方参与项目的动机和目的不同，关心的重点不同，对项目的期望和投入也不同，在项目的进展过程中，很难做到步调一致。因此，矛盾和冲突就不可避免。项目经理要负责沟

通项目的各有关方面,协调和解决这些矛盾和冲突,是决定项目成功与失败的关键人物。项目经理必须明确自己在项目管理中的地位、作用和职责,并取得必要的权限。在一个项目正式立项之后和开展各项具体工作之前,首先必须遴选和任命项目经理,并由其负责项目的实施和完成,组织开展各项后续工作。很多项目由于推动不力,逼迫中途换帅,同样的项目班子,不同的项目经理来带,取得的结果往往会截然不同。项目监理师在项目的推进上要 and 项目经理密切配合。

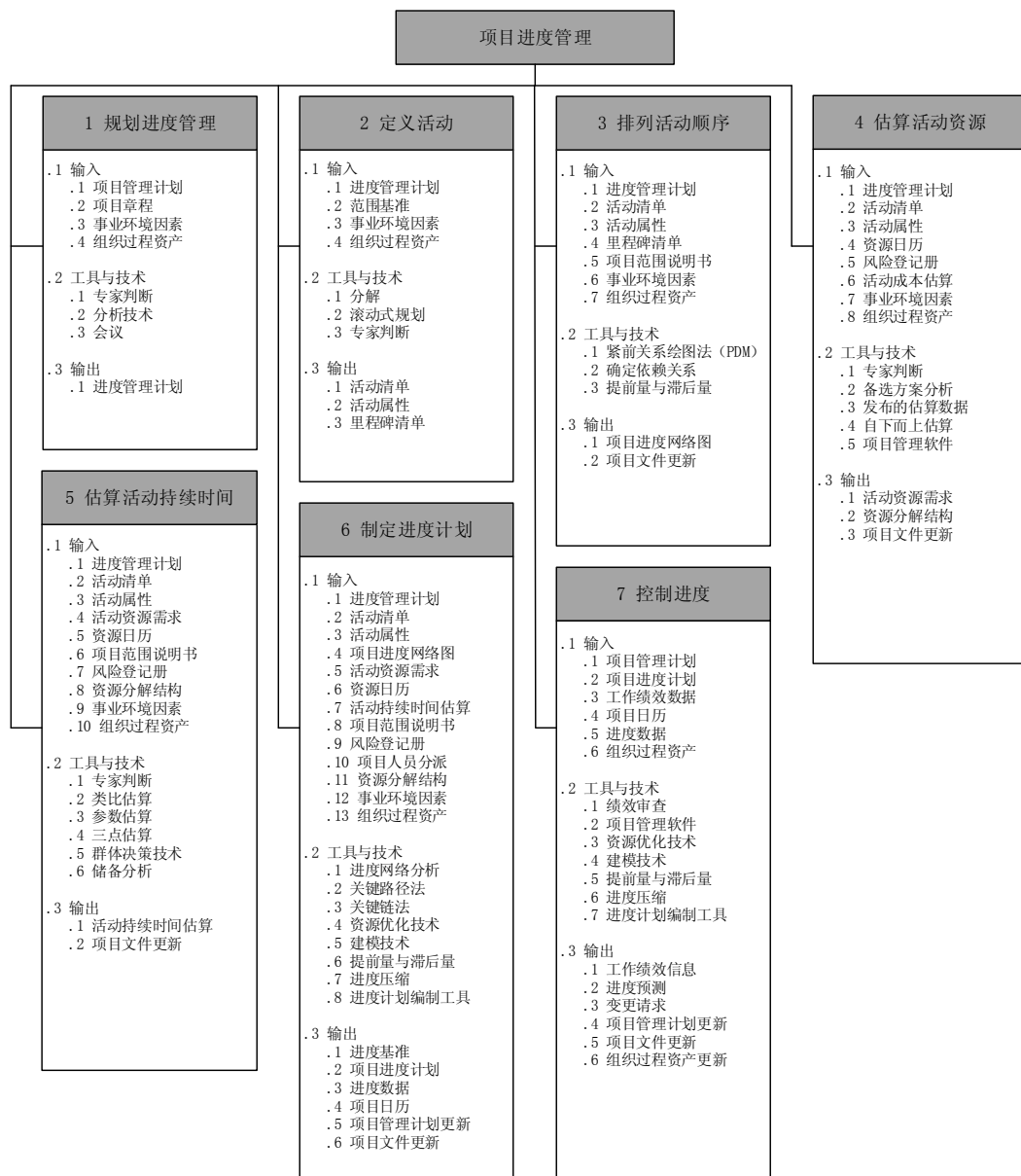


图 17-1 进度管理



**(2) 项目团队。**一个稳定团结的核心团队是项目最宝贵的资源。项目团队成员一般都来自不同的组织。由于不同的人价值观不同,为人处世的方法、思考问题的方法也不同,所以人际沟通在项目中的重要性就突显出来了。沟通是协调的基础,只有良好的沟通才能达到的协调目的。通过沟通可以掌握客户现实的需求和潜在的需求,可以制订合理的项目计划,发现项目中已经存在的或潜在的问题,可以增强团队的凝聚力和工作效率等。俗话说:“宁吃好梨一个,不吃烂梨一筐”,在项目团队中,骨干人员的素质和经验又是至关重要的,在信息技术项目中尤为如此,很多 IT 界传奇的例子都证明了这一点,如微软的安德斯·海尔斯伯格(Anders Hejlsberg)。有人说:“优秀的人是无价的,优秀的人同时又是免费的,因为他给项目带来的价值远远高于付给他的工资。”另一方面,要时刻警惕团队中的害群之马,防止一些人制造、散布负面的言论,影响整个团队的士气。团队的工作效率直接影响项目的进度,优秀的团队一天能完成的工作,配合不默契的团队往往要干上一个月,项目监理师应该能够深入到项目团队中,对项目骨干人员的胜任与否、团队士气等做出判断,评价其对进度的影响。

**(3) 项目干系人。**项目干系人包括项目当事人,以及其利益受该项目影响的(受益或受损)个人和组织;也可以把他们称为项目的利害关系者。项目不同的干系人对项目有不同的期望和需求,他们关注的目标和重点常常相去甚远。例如,业主也许十分在意时间进度,设计师往往更注重技术一流,政府部门可能关心税收,附近社区的公众则希望尽量减少不利的环境影响等。

项目干系人有意无意地会干扰项目以确保项目尽可能满足他们的利益,甚至使之偏离既定目标,同时,他们也会成为影响项目进度的因素。最常见的是不懂技术和项目管理的领导对项目的野蛮干涉等,项目经理要特别警惕,项目监理师也要及时举牌警告。

## 2. 材料、设备的因素

材料、设备往往成为制约项目进度的关键因素。材料和设备对进度的影响可以归纳为三点:停工待料、移植返工、效率低下。

**(1) 停工待料。**停工待料在软件项目中不突出,系统集成项目中往往会如此,尤其是一些要进口报关的设备或材料,需要提前有思想准备。如果软件集成项目中包括了设备,设备必须在部署阶段之前到位,项目监理应该提早注意,及时提醒相关人员。

**(2) 移植返工。**软件项目中经常会遇到因为一些设备没有到位,而采用临时设备先开发,等新设备到位后再移植过来。比如,小型机需要进口报关,先拿 PC Server 开发,结果等小型机到位后遗憾地发现移植并不那么容易,很多地方不兼容,导致大量的修改,多处返工,给项目的进度带来很大影响。

**(3) 效率低下。**软件开发的设备选择非常重要。开发时用的设备要和推荐给使用者的设备要求大致相当,有时开发时用的设备很好,对使用者的设备要求也无形中提高了。有时相反,开发使用的设备性能影响效率,进而影响项目进度。

### 3. 方法、工艺的因素

信息技术项目中，使用不同的方法完成系统的功能，工作量动辄会相差好几倍甚至几十倍。好的工具、控件的应用往往会节省很多时间。同样地，合适的技术路线也很重要，在信息技术项目中，经常会发生因某一技术难题不好解决而拖延时间的问题。由于在系统设计中，软件需求、硬件需求，以及其他因素之间是相互制约、相互影响的，经常需要权衡。因此，必须认识需求定义的易变性，采用适宜的开发范型予以控制，以保证软件产品满足用户的要求。一般来说，选择成熟的技术，进度会保证，在技术难题攻关中也容易寻求帮助。

软件工程的方法和适宜的项目管理也对项目进度的影响很大。由于软件工程管理，直接影响可用资源的有效利用，生产满足目标的软件产品，提高软件组织的生产能力等问题。因此，仅当软件过程得以有效管理时，才能实现有效的软件工程。

### 4. 资金因素

前面说过，进度、资金、质量之间是相互作用、相互影响的，资金对项目进度的影响是显而易见的，资金不到位项目只能暂停。进度规划时就要考虑资金预算的配套，否则进度控制也是空谈。

### 5. 环境因素

项目不是空中楼阁，都是在特定的环境下进行的。项目管理者必须对项目所处的外部环境有正确的认识。项目的外部环境包括自然、技术、政治、社会、经济、文化，以及法律法规和行业标准等。

环境因素可以分为硬环境和软环境两类。硬环境包括开发环境、施工场地等，软环境包括政策影响、宏观经济等。环境的变化有时是始料未及的，项目经理要分析环境变化对项目的影响，采取适当的措施。

对以上因素做进一步分析，大体存在以下几种状况。

**(1) 错误估计了项目实现的特点及实现的条件。**低估了项目的实现在技术上存在的困难；未考虑到某些项目设计和实施问题的解决，必须进行科研和实验，而这些既需要资金又需要时间；低估了项目实施过程中，各项目参与者之间协调的困难；对环境因素、物资供应条件、市场价格的变化趋势了解不够等。

**(2) 盲目确定工期目标。**不考虑项目的特点，不采用科学的方法，盲目确定工期目标，使得工期要么太短，无法实现，要么太长，效率低下。

**(3) 工期计划方面的不足。**项目设计、材料、设备等资源条件不落实，进度计划缺乏资源的保证，以致进度计划难以实现；进度计划编制质量粗糙，指导性差；进度计划未认真交底，操作者不能切实掌握计划的目的是要求，以致贯彻不力；不考虑计划的可变性，认为一次计划就可以一劳永逸；计划的编制缺乏科学性，致使计划缺乏贯彻的基础而流于形式；项目实施者不按计划执行，凭经验办事，使编制的计划徒劳无益，不起作用。

(4) **项目参加者的工作失误。**设计进度拖延；突发事件处理不当；项目参加各方关系协调不顺等。

(5) **不可预见事件的发生。**恶劣气候条件、复杂的地质条件等。

以上仅列举了几类问题，而实际出现的问题更多，其中有些是主观的干扰因素，有些是客观的干扰因素。这些干扰因素的存在，充分说明了加强进度管理的必要性。在项目实施之前和项目进展过程中，加强对干扰因素的分析、研究，将有助于进度管理。

上述因素产生的原因可能来自三个方面。

(1) 在估计了工程的特点及工程实现的条件时，过高地估计了有利因素，同时又过低地估计了不利因素。

(2) 在工程实施过程中各有关方面工作上的失误。

(3) 不可预见事件的发生。

## 17.2 进度管理的工具和技术

### 17.2.1 工作量和工期的估计

软件项目的工作量和工期的估算历来是比较复杂的事，因为软件本身的复杂性、历史经验的缺乏、估算工具缺乏，以及一些人为错误，导致软件项目的规模估算往往和实际情况相差甚远。因此，估算错误已被列入软件项目失败的四大原因之一。前面讲过，进度的控制始于工作量的估算，工作量估算合理，工期和资源投入自然也就合理，反之，一个错误的工作量的估计会导致一个不现实的计划产生，以至于进度控制失去意义。

软件开发项目通常用 LOC (Line of Code) 衡量项目规模，LOC 指所有的可执行的源代码行数，包括可交付的工作控制语言 (Job Control Language, JCL) 语句、数据定义、数据类型声明、等价声明、输入/输出格式声明等。项目经理可以根据对历史项目的审计来核算组织的单行代码价值。

例如，某软件公司统计发现该公司每一万行 C 语言源代码形成的源文件 (.c 和 .h 文件) 约为 250KB。某项目的源文件大小为 3.75MB，则可估计该项目源代码大约为 15 万行，该项目累计投入工作量为 240 人月，每人月费用为 10000 元 (包括人均工资、福利、办公费用公摊等)，则该项目中 1LOC 的价值为：

$$(240 \times 10000) / 150000 = 16$$

该项目的人月均代码行数为：

$$150000 / 240 = 625$$

项目工作量和工期的估计，通常有下面几种方法。

## 1. Delphi 法

Delphi 法是最流行的专家评估技术，在没有历史数据的情况下，这种方式适用于评定过去与将来，新技术与特定程序之间的差别，但专家“专”的程度及对项目的理解程度是工作中的难点，尽管 Delphi 技术可以减轻这种偏差，专家评估技术在评定一个新软件实际成本时用得不多，但是，这种方式对决定其他模型的输入时特别有用。Delphi 法鼓励参加者就问题相互讨论。这个技术，要求有多种软件相关经验人的参与，互相说服对方。

Delphi 法的步骤如下。

- (1) 协调人向各专家提供项目规格和估计表格。
- (2) 协调人召集小组会与各专家讨论与规模相关的因素。
- (3) 各专家匿名填写迭代表格。
- (4) 协调人整理出一个估计总结，以迭代表形式返回专家。
- (5) 协调人召集小组会，讨论较大的估计差异。
- (6) 专家复查估计总结并在迭代表上提交另一个匿名估计。
- (7) 重复 (4) ~ (6)，直到达到一个最低和最高估计的一致。

如图 17-2 所示为迭代表的样例。

Delphi 法规模估计迭代表	
项目名称：_____	
估计日期：_____	
估计者：_____	估计轮次：_____
结果：	
代码行 _____ LOC；周期：_____ 月；工作量：_____ 人月；费用 _____ 元。	
理由：	

图 17-2 Delphi 法规模估计迭代表样例

## 2. 类比法

类比法适合评估一些与历史项目在应用领域、环境和复杂度等方面相似的项目，通过新项目与历史项目的比较得到规模估计。由于类比法估计结果的精确度取决于历史项目数据的完整性和准确度，因此，用好类比法的前提条件之一是组织建立起较好的项目后评价与分析机制，对历史项目的数据分析是可信赖的。其基本步骤如下。

- (1) 整理出项目功能列表和实现每个功能的代码行。
- (2) 标识出每个功能列表与历史项目的相同点和不同点, 特别要注意历史项目做得不够的地方。
- (3) 通过 (1) 和 (2) 得出各个功能的估计值。
- (4) 产生规模估计。

软件项目中用类比法, 往往还要解决可重用代码的估算问题。估计可重用代码量的最好办法就是由程序员或系统分析员详细地考查已存在的代码, 估算出新项目可重用的代码中需重新设计的代码百分比、需重新编码或修改的代码百分比, 以及需重新测试的代码百分比。根据这三个百分比, 可用下面的计算公式计算等价新代码行:

$$\text{等价代码行} = [(\text{重新设计}\% + \text{重新编码}\% + \text{重新测试}\%) / 3] \times \text{已有代码行}$$

比如: 有 10 000 行代码, 假定 30% 需要重新设计, 50% 需要重新编码, 70% 需要重新测试, 那么其等价的代码行可以计算为:

$$[(30\% + 50\% + 70\%) / 3] \times 10\,000 = 5\,000$$

即重用这 10 000 代码相当于编写 5 000 代码行的工作量。

### 3. 功能点估计法

功能点测量是在需求分析阶段基于系统功能的一种规模估计方法。通过研究初始应用需求来确定各种输入、输出, 计算与数据库需求的数量和特性。通常的步骤如下。

- (1) 计算输入、输出、查询、主控文件、与接口需求的数目。
- (2) 将这些数据进行加权乘。表 17-1 为一个典型的权值表。

表 17-1 不同功能的权值

功能类型	权 值
输入	4
输出	5
查询	4
主控文件	10
接口	10

- (3) 估计者根据对复杂度的判断, 总数可以用+25%、0 或-25%调整。

统计发现, 对一个软件产品的开发, 功能点对项目早期的规模估计很有帮助。然而, 在了解产品越多后, 功能点可以转换为软件规模测量更常用的 LOC。

## 17.2.2 项目计划编排方法和技术

制订项目计划的过程被称为项目策划。计划的作用虽然不是立竿见影的, 但没有计划所引起的混乱却是显而易见的。项目管理的首要目标是制订一个构思良好的项目计

划，以确定项目的范围、进度和费用。在整个项目寿命周期中，最基本也可以说最重要的功能之一就是项目计划，特别是在做出影响项目整个过程的主要决策的初始阶段。但从另一方面来说，如前所述，由于项目管理是一个带有创造性的过程，项目早期的不确定性很大，所以项目计划又不可能在项目一开始就全部一次完成，而必须逐步展开和不断修正。这又取决于能适当地对计划的执行情况做出反馈和控制，以及不间断地交流信息。

### 1. 计划的定制步骤和方法

**(1) 项目描述。**项目描述是用一定的形式列出项目目标、项目的范围、项目如何执行，项目完成计划等内容，是制订项目计划和绘制工作分解结构图的依据。项目描述的目的是对项目总体做一个概要性的说明。项目描述的依据是项目的立项规划书、已经通过的初步设计方案和批准后的可行性研究报告，其主要内容包括：项目名称、项目目标、交付物、交付物完成准则、工作描述、工作规范、所需资源估计、重大里程碑等。

**(2) 项目分解与活动界定。**为了便于制订项目各具体领域和整体计划，需要将项目及其主要可交付成果分解成一些较小的、更易管理和单独完成的部分。项目分解是编制进度计划，进行进度控制的基础。项目分解就是根据项目状况，采用 WBS（项目分解结构）技术，将一个总体项目分解为若干项工作或活动，直到具体明确为止。项目分解是项目管理的一项最基本的工作。项目分解需要足够的专业知识和项目管理经验。一般说来，项目分解应根据项目的具体情况，以及进度计划的类型和作用确定。

活动就是项目工作分解结构中确定的工作任务或工作元素。活动界定则是明确实现项目目标需要进行的各项活动。对于一个较小的项目，活动可能会界定到每一个人；但对于一个较大的项目、复杂的项目，如果运用 WBS 技术对项目进行分解，项目经理就没有必要把每一个具体的活动都界定到每一个人，因为这样会浪费许多时间，甚至会遗漏很多的活动。因此，对于运用工作分解结构分解的项目，个人活动可以由工作任务的负责人或责任小组来界定。如图 17-3 所示为一个技术改造项目的 WBS。

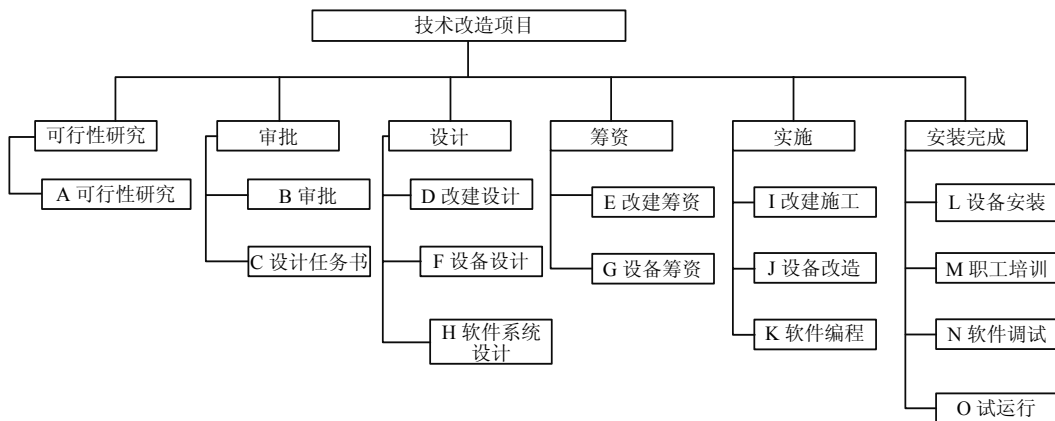


图 17-3 某技术改造项目的工作分解结构

**(3) 工作描述。**在项目分解的基础上,为了更明确地描述项目所包含的各项工作的具体内容和要求,需要对工作进行描述。工作描述作为编制项目计划的依据,同时便于项目实施过程中更清晰地领会各项工作的内容。工作描述的依据是项目描述和项目工作分解结构,其结果是工作描述表及项目工作列表。

**(4) 项目组织和工作责任分配。**为了明确各部门或个人在项目中的责任,便于项目管理部门在项目实施过程中的管理协调,应根据项目工作分解结构图表和项目组织结构图表对项目的每一项工作或任务分配责任者和落实责任。工作责任分配的结果是形成工作责任分配表。

**(5) 工作排序。**一个项目有若干项工作和活动,这些工作和活动在时间上的先后顺序称为逻辑关系。逻辑关系可分为两类,其一为客观存在的、不变的逻辑关系,也称为强制性逻辑关系;例如,建一座厂房,首先应进行基础施工,然后才能进行主体施工。其二为可变的逻辑关系,也称为组织关系,这类逻辑关系随着人为约束条件的变化而变化;随着实施方案、人员调配、资源供应条件的变化而变化。例如,一项任务有三项工作 A、B、C,假使 A、B、C 之间不存在不变的逻辑关系,则要完成这一任务,这三者之间的关系有多种不同的方案,显然,不同的统筹安排方案所花费工期、费用各不相同。

**(6) 计算工程量或工作量。**根据项目分解情况,计算各工作或活动的工程量或工作量,包括工作的内容、工作开展的前提条件、工作量、所需的资源等。

**(7) 估计工作持续时间。**工作持续时间是指在一定的条件下,直接完成该工作所需时间与必要停歇时间之和,单位可为日、周、旬、月等。工作持续时间是计算其他网络参数和确定项目工期的基础。工作持续时间的估计是编制项目进度计划的一项重要基础工作,要求客观正确。如果工作时间估计太短,则会造成被动紧张的局面;相反,则会延长工期。在估计工作时间时,不应受到工作的重要性及项目完成期限的限制,要在考虑各种资源供应、技术、工艺、现场条件、工作量、工作效率、劳动定额等因素的情况下,将工作置于独立的正常状态下进行估计。

**(8) 绘制网络图。**网络图的绘制主要是依据项目工作关系表,通过网络图的形式将项目的工作关系表达出来。

**(9) 进度安排。**在完成了项目分解、确定各项工作和活动先后顺序、计算工程量或工作量并估计出各项工作持续时间的基础上,即可安排项目的时间进度。

项目计划阶段一般还要同时制订其他专项计划,如质量保证计划、配置管理计划等。

## 2. 甘特图

甘特图也叫线条图或横道图,它以横线来表示每项活动的起止时间。由于甘特图具有简单、明了、直观、易于编制的优点,因此到目前为止仍然是小型项目中常用的工具。即使在大型工程项目中,它也是高级管理层了解全局、基层安排进度时有用的工具。如图 17-4 所示为甘特图。

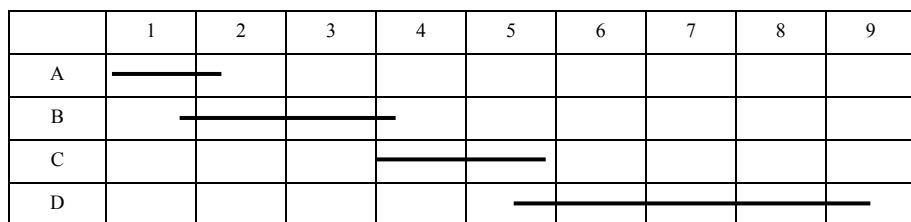


图 17-4 甘特图

在甘特图上,可以看出各项活动的开始和终止时间。在绘制各项活动的起止时间时,也考虑它们的先后顺序。但由于各项活动之间的关系没有表示出来,同时也没有指出影响项目寿命周期的关键所在。因此,对于复杂的项目来说,甘特图就显得不足以适应。

### 3. 关键路线法

关键路线法(Critical Path Method, CPM)是借助网络图和各活动所需时间(估计值),计算每一活动的最早或最迟开始和结束时间。CPM法的关键是计算总时差,这样可决定哪一活动有最小时间弹性。CPM算法也在其他类型的数学分析中得到应用。

CPM算法的核心思想是将工作分解结构(WBS)分解的活动按逻辑关系加以整合,统筹计算出整个项目的工期和关键路径。

项目活动间存在四种依赖关系。

- (1) **结束对起始 FS**。前一活动必须在后一活动开始前结束。
- (2) **结束对结束 FF**。前一活动必须在后一活动结束前结束。
- (3) **起始对起始 SS**。前一活动必须在后一活动开始前开始。
- (4) **起始对结束 SF**。前一活动必须在后一活动结束前开始。

每个活动有四个和时间相关的参数。

- (1) **最早开始时间(ES)**。某项活动能够开始的最早时间。
- (2) **最早结束时间(EF)**。某项活动能够完成的最早时间。

$$EF=ES+\text{工期估计}$$

- (3) **最迟结束时间(LF)**。为了使项目按时完成,某项工作必须完成的最迟时间。
- (4) **最迟开始时间(LS)**。为了使项目按时完成,某项工作必须开始的最迟时间。

$$LS=LF-\text{工期估计}$$

CPM方法有两个规则。

**规则 1:** 某项活动的最早开始时间必须相同或晚于直接指向这项活动的最早结束时间中的最晚时间。

**规则 2:** 某项活动的最迟结束时间必须相同或早于该活动直接指向的所有活动最迟开始时间的最早时间。

根据以上规则,可以计算出工程的最早完工时间。通过正向计算(从第一个活动到最后一个活动)推算出最早完工时间,步骤如下。



- (1) 从网络图始端向终端计算。
- (2) 第一任务的开始为项目开始。
- (3) 任务完成时间为开始时间加持续时间。
- (4) 后续任务的开始时间根据前置任务的时间和搭接时间而定。
- (5) 多个前置任务存在时, 根据最迟任务时间来定。

通过反向计算 (从最后一个活动到第一个活动) 推算出最晚完工时间, 步骤如下。

- (1) 从网络图终端向始端计算。
- (2) 最后一个任务的完成时间为项目完成时间。
- (3) 任务开始时间为完成时间减持续时间。
- (4) 前置任务的完成时间根据后续任务的时间和搭接时间而定。
- (5) 多个后续任务存在时, 根据最早任务时间来定。

最早开始时间和最晚开始时间相等的活动成为关键活动, 关键活动串联起来的路径成为关键路径, 关键路径的长度即为项目的工期。如图 17-5 所示为 CPM 图示例。

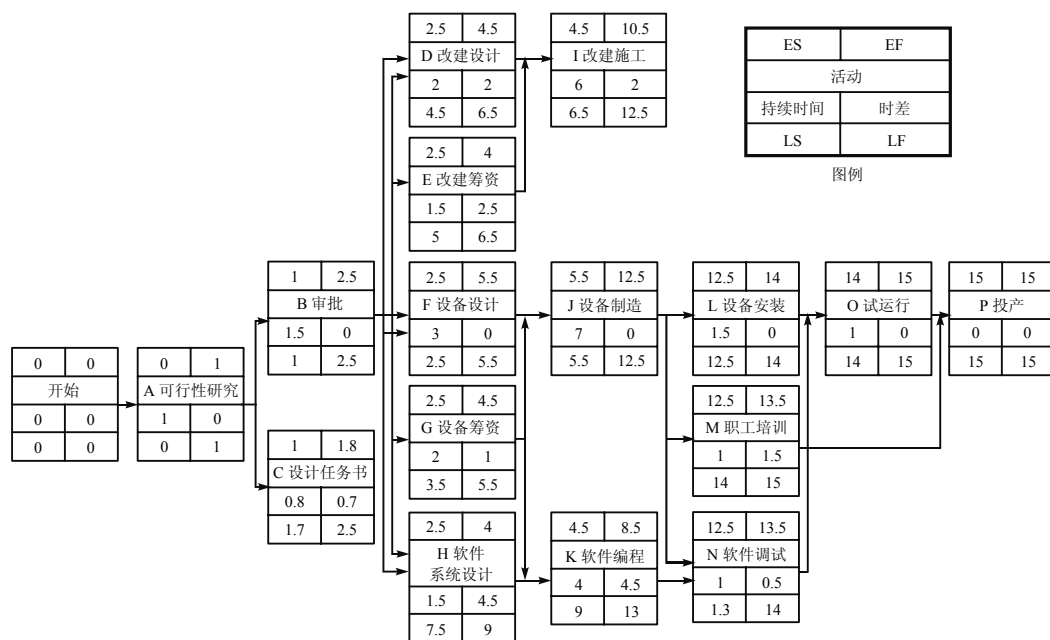


图 17-5 CPM 图示例

#### 4. 计划评审技术

计划评审技术 (Program Evaluation and Review Technique, PERT) 是 20 世纪 50 年代末美国海军部开发北极星潜艇系统时为协调 3000 多个承包商和研究机构而开发的, 其理论基础是假设项目持续时间, 以及整个项目完成时间是随机的, 且服从某种概率分布。PERT 可以估计整个项目在某个时间内完成的概率。PERT 和 CPM 在项目的进度规

划中应用非常广，本文通过一个项目实例对此技术加以说明。

### （1）活动的时间估计。

PERT 对各个项目活动的完成时间按三种不同情况估计。

- 乐观时间（optimistic time）——任何事情都顺利的情况下，完成某项工作的时间。
- 最可能时间（most likely time）——正常情况下，完成某项工作的时间。
- 悲观时间（pessimistic time）——最不利的情况下，完成某项工作的时间。

假定三个估计服从  $\beta$  分布，由此可算出每个活动的期望  $t_i$ ：

$$t_i = \frac{a_i + 4m_i + b_i}{6}$$

其中： $a_i$  表示第  $i$  项活动的乐观时间， $m_i$  表示第  $i$  项活动的最可能时间， $b_i$  表示第  $i$  项活动的悲观时间。

根据  $\beta$  分布的方差计算方法，第  $i$  项活动的持续时间方差为：

$$\sigma_i^2 = \frac{(b_i - a_i)^2}{36}$$

例如，某政府 OA 系统的建设可分解为需求分析、设计编码、测试、安装部署四个活动，各个活动顺次进行，没有时间上的重叠，活动的完成时间估计如图 17-6 所示。



图 17-6 OA 系统工作分解和活动工期估计

则各活动的期望工期和方差为：

$$t_{\text{需求分析}} = \frac{7 + 4 \times 11 + 15}{6} = 11$$

$$\sigma_{\text{需求分析}}^2 = \frac{(15 - 7)^2}{36} = 1.778$$

$$t_{\text{设计编码}} = \frac{14 + 4 \times 20 + 32}{6} = 21$$

$$\sigma_{\text{设计编码}}^2 = \frac{(32 - 14)^2}{36} = 9$$

$$t_{\text{测试}} = \frac{5 + 4 \times 7 + 9}{6} = 7$$

$$\sigma_{\text{测试}}^2 = \frac{(9 - 5)^2}{36} = 0.101$$

$$t_{\text{安装部署}} = \frac{5 + 4 \times 13 + 15}{6} = 12$$

$$\sigma_{\text{安装部署}}^2 = \left( \frac{15 - 5}{6} \right)^2 = 2.778$$

### （2）项目周期估算。

PERT 认为整个项目的完成时间是各个活动完成时间之和，且服从正态分布。整个项目完成的时间  $t$  的数学期望  $T$  和方差  $\sigma^2$  分别等于：

$$\sigma^2 = \sum \sigma_i^2 = 1.778 + 9 + 0.101 + 2.778 = 13.657$$

$$T = \sum t_i = 11 + 21 + 7 + 12 = 51$$

标准差为:

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{13.657} = 3.696 \text{ (天)}$$

据此, 可以得出正态分布曲线如图 17-7 所示。

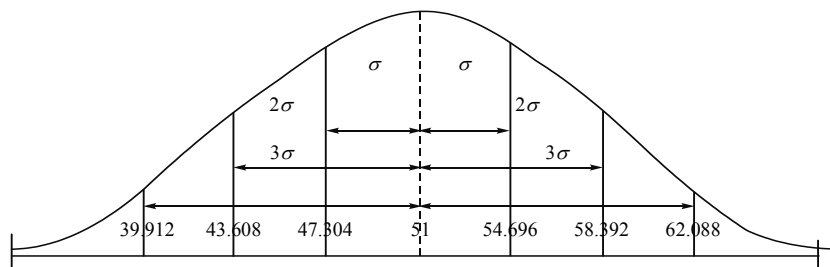


图 17-7 OA 项目的工期正态分布

因为图 17-7 是正态曲线, 根据正态分布规律, 在  $\pm\sigma$  范围内, 即在 47.304 天与 54.696 天之间完成的概率为 68%; 在  $\pm 2\sigma$  范围内, 即在 43.608 天到 58.393 天完成的概率为 95%; 在  $\pm 3\sigma$  范围内, 即 39.912 天到 62.088 天完成的概率为 99%。如果客户要求 39 天内完成, 则可完成的概率几乎为 0, 也就是说, 项目有不可压缩的最小周期, 这是客观规律。

通过查标准正态分布表, 可得到整个项目在某一时间内完成的概率。例如, 如果客户要求 60 天内完成, 那么可能完成的概率为:

$$P\{t \leq 60\} = \Phi\left(\frac{60 - T}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{60 - 51}{3.696}\right) = 0.99286$$

如果客户要求再提前 7 天, 则完成的概率为:

$$P\{t \leq 53\} = \Phi\left(\frac{53 - T}{\sigma}\right) = \Phi\left(\frac{53 - 51}{3.696}\right) = 0.7054$$

## 5. 挣值法

挣值法是一种进度测量技术, 可用来估计和确定变更的程度和范围, 又常被称为偏差分析法。挣值法通过测量和计算已完成的工作的预算与已完成工作的实际花费和计划工作的预算得到有关计划实施的进度和成本偏差, 从而达到判断项目预算和进度计划执行情况的目的。它的独特之处在于以预算和成本来衡量工程的进度。挣值法取名正是因为这种分析方法中用到的一个关键数值——挣值 (即是已完成工作预算)。

### (1) 挣值法的三个基本参数。

- 计划价值 (PV) 是为计划工作分配的经批准的预算。
- 实际成本 (AC) 是在给定时段内, 执行某工作而实际发生的成本。
- 挣值 (EV) 是对已完成工作的测量值, 用分配给该工作的预算来表示。

### (2) 挣值法的四个评价指标。

- 进度偏差 (Schedule Variance, SV): 是指检查日期 EV 与 PV 之间的差异, 其计算公式为:

$$SV=EV-PV$$

当 SV 为正值时, 表示进度提前; 当 SV 为负值时, 表示进度延误。

- 成本偏差 (Cost Variance, CV): 是指检查期间 EV 与 AC 之间的差异, 其计算公式为:

$$CV=EV-AC$$

当 CV 为负值时, 表示执行效果不佳, 即实际消耗人工 (或费用) 超过预算值即超支; 当 CV 为正值时, 表示实际消耗人工 (或费用) 低于预算值, 即有节余或效率高; 当 CV 等于零时, 表示实际消耗人工 (或费用) 等于预算值。

- 成本绩效指数 (Cost Performed Index, CPI): 是指预算成本与实际成本值之比 (或工时值之比), 其计算公式为:

$$CPI=EV/AC$$

当  $CPI>1$ , 表示低于预算, 即实际成本低于预算成本; 当  $CPI<1$ , 表示超出预算, 即实际成本高于预算成本; 当  $CPI=1$ , 表示实际成本与预算成本吻合。

- 进度绩效指数 (Schedul Performed Index, SPI): 是指项目挣得值与计划之比, 其计算公式为:

$$SPI=EV/PV$$

当  $SPI>1$ , 表示进度提前, 即实际进度比计划进度快; 当  $SPI<1$ , 表示进度延误, 即实际进度比计划进度慢; 当  $SPI=1$ , 表示实际进度等于计划进度。

### (3) 挣值法评价曲线。

挣值法评价曲线如图 17-8 所示, 横坐标表示时间, 纵坐标表示费用。图中 PV 曲线为计划工作量的预算费用曲线, 表示项目投入的费用随时间的推移在不断积累, 直至项目结束达到它的最大值。曲线呈 S 形状, 也称为 S 曲线。AC 已完成工作量的实际花费, 同样是进度的时间参数, 随项目推进而不断增加的, 也是呈 S 形的曲线。利用挣值法评价曲线可进行成本进度评价, 在图 17-8 所示的项目中,  $CV<0$ ,  $SV<0$ , 这表示项目执行效果不佳, 即成本超支, 进度延误, 应采取相应的补救措施。

### (4) 挣值分析举例。

为了进一步说明挣值法的原理, 现举例说明。

某土方工程总挖方量为 10000 立方米。预算单价为 45 元/立方米。该挖方工程预算总费用为 450000 元。计划用 25 天完成, 每天 400 立方米。

开工后第 7 天早晨刚上班时业主项目管理人员前去测量, 取得了两个数据: 已完成挖方 2000 立方米, 支付给承包单位的工程进度款累计已达 120000 元。

项目管理人员先计算已完工作预算费用, 得:

$$EV=45 \text{ 元/立方米} \times 2000 \text{ 立方米} = 90000 \text{ 元}$$

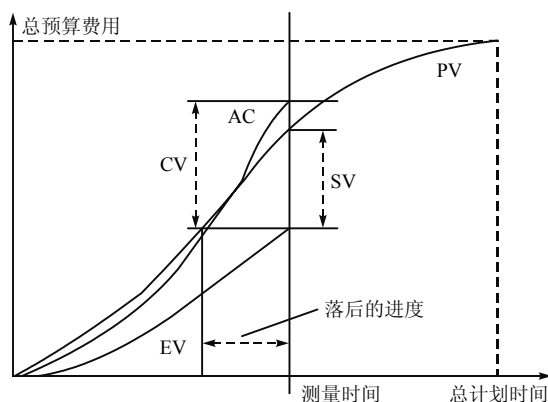


图 17-8 挣值评价曲线图

接着，查看项目计划，计划表明，开工后第 6 天结束时，承包单位应得到的工程进度款累计额为  $PV=108000$  元。

进一步计算，得到：

- 成本偏差： $EV-AC=90000-120000=-30000$  元，表明承包单位已经超支。
- 进度偏差： $EV-PV=90000-108000=-18000$  元，表明承包单位进度已经拖延。表示项目进度落后，较预算还有相当于价值 18000 元的工作量没有做。 $18000 \text{ 元} / (400 \times 45) = 1$  天的工作量，承包单位的进度已经落后 1 天。

另外，还可以使用成本绩效指数 CPI 和进度绩效指数 SPI 测量工作是否按照计划进行。

$$CPI=EV/AC$$

$$SPI=EV/PV$$

这两项指数由读者自行完成。

#### (5) 完成情况估计 EAC (Estimate At Completion)。

进度的偏差往往意味着费用的偏差，挣值法还可以按照项目实际完成情况估计在目前实施情况下完成项目所需的总费用，有以下几种办法计算 EAC。

- $EAC=\text{实际支出}+\text{按照实施情况对剩余预算所做的修改}$ 。这种方法通常用于当前的变化可以反映未来的变化时。
- $EAC=\text{实际支出}+\text{对未来所有剩余工作的新的估计}$ 。这种方法通常用于当过去的执行情况显示了所有的估计假设条件基本失效的情况下，或者由于条件的改变原有的假设不再适用。
- $EAC=\text{实际支出}+\text{剩余的预算}$ 。适用于现在的变化仅是一种特殊情况，项目经理认为未来的实施不会发生类似的变化。

上述三种方法，可根据各项目活动的具体情况选用。由于计算机工具，如项目管理软件、电子表格等不但能跟踪计划费用和实际花费，而且还能预测成本发生变更后产生的现实和潜在后果，因此也是成本控制的有效工具。

## 17.3 项目进度控制的基本程序和主要措施

### 17.3.1 项目进度控制的工作要点

由于项目的一次性特点，使项目控制有别于其他管理控制。企业生产或业务活动可事先制订出明确的标准，在生产或业务活动过程中，管理人员将实施的实际情况同这些标准进行对照，由此发现计划的偏离程度。但是，项目活动由于一般无先例，事先不能制订出明确的标准。所以，项目常常根据投入的多少，例如，成本、人力或其他资源来评价实际实施结果，通过协商和判断来进行控制。

在项目实施过程中，必须定期对项目的进展情况进行测量，找出偏离计划之处，将其反馈到有关的控制子过程中。项目计划中的某些东西在付诸实施后才会发现无法实现。即使勉强实现，也要付出很高的代价。遇到这种情况，就必须对项目计划进行修改，或重新规划。在项目实施过程中要进行多次规划（P）、实施（D）、检查（C）和行动（A）循环。

项目控制的工作要点如下所示。

**（1）要有明确的目的。**项目控制的基本目的是保证项目目标的实现，实现项目的范围、进度、质量、费用、风险、人力资源、沟通、合同等方面的目标。

**（2）要及时。**必须及时发现偏差，迅速报告项目有关方面，使他们能及时做出决策，采取措施加以更正。否则，就会延误时机，造成难以弥补的损失。

**（3）要考虑代价。**由于对偏差采取措施，甚至对项目过程进行监督，都是需要费用的。因此，一定要比较控制活动的费用和可能产生的效果。只有在收效大于费用时才值得进行控制。

**（4）要适合项目实施组织和项目班子的特点。**控制要与人员分工、职责、权限结合起来。要考虑控制的程序、做法、手段和工具是否适合项目实施组织和项目班子成员个人的特点，是否能被他们接受。控制要对项目各项工作进行检查，要采取措施进行纠正等。所有这些都要涉及人。人们是不愿意接受使他们不愉快的控制措施的。实施控制的项目经理或其他成员应当懂点心理学，弄清他们为什么对控制产生抵触情绪，研究如何诱发他们对控制的积极态度。

**（5）要注意预测项目过程的发展趋势。**事后及时发现偏差，不如在预见可能发生的偏差基础上采取预防措施，防患于未然。

**（6）要有灵活性。**项目的内外环境都会有变化。控制人员应事先准备有备用方案和措施。一招不灵，拿出另一招。

**（7）要有重点。**项目在进行中，千头万绪，不可能事事关照，时时关照。一定要抓住对实现项目目标有重大影响的关键问题和关键时点。在项目进度管理中，要抓住里程碑。抓住重点，可大大提高控制工作的效率。抓住重点，还意味着把注意力集中在异

常情况上。一般的正常情况无须多加关照。异常情况抓住了，就相当抓住了关键。

**(8) 要便于项目干系人了解情况。**向有关人员介绍情况，常常要使用数据、图表、文字说明、数学公式等。项目管理人员一定要保证这些手段直观、形象，一目了然。口头介绍时，要语言通俗、重点突出、简明扼要。

**(9) 要有全局观念。**项目的各个方面都需要控制，如进度、质量、费用、人力资源、合同等。特别要注意防止头疼医头，脚痛医脚。如在进度拖延时，不考虑其他后果，简单地靠增加投入来赶进度就不能算有全局观念。增加投入往往会损害费用控制目标。

### 17.3.2 项目进度控制措施

#### 1. 项目计划评审

项目进度管理的首要工作是制订各种计划。显然，仅有好的计划而不付诸实施，再好的计划也是一纸空文。因此，要使计划起到其应有的效应，就必须采取措施，使之得以顺利实施。可以说，计划是实施的开始，实施是计划的必然。

某种意义上讲，项目的进度控制在项目计划编制阶段就开始了，由于只有合理的计划才能够使得项目按预期完成，如果制订不合理的项目实施计划，再好的项目经理和项目团队也很难保证项目的按期完成。所以，最好的进度控制措施莫过于制订一个合理的、周到的计划，以确保项目实施过程中偏差最小。

在项目管理中，计划评审和范围评审是极其重要的两次评审活动，由于计划评审一旦通过，计划便会作为实施行为的指南和实施结果的对照标准，所以，对项目计划的合理性审核是所有项目利益相关者都必须高度关注的。计划评审的关注点很多，至少应该关注以下各项。

- (1) 是否已全面、正确地理解了项目的目标。
- (2) 项目支持条件是否已落实。
- (3) 项目实施前各种资源是否可获得。
- (4) 项目计划的阶段性是否清楚。
- (5) 计划阶段的里程碑是否明确。
- (6) 计划的阶段进度能否满足项目的要求。
- (7) 计划的完整性程度如何。
- (8) 项目团队成员能否按时到位。
- (9) 项目所需资金能够按时到位。
- (10) 有无质量保证计划。
- (11) 有无风险控制计划和措施。
- (12) 采购计划的可行性。
- (13) 项目的沟通机制是否完备。

此外，项目监理师还应该根据本章前面所述的时间、费用、质量等因素之间的内在规律判断各项计划之间的内在联系的合理性。

## 2. 项目实施保证措施

由于项目进度受到了众多因素的制约，因此必须采取一系列措施，以保证项目能满足进度要求。措施是多方面的，不同的项目，不同的条件，措施亦不相同，但无论什么项目，以下措施都是必要的。

**(1) 进度计划的贯彻。**进度计划的贯彻是计划实施的第一步，也是关键的一步。其工作内容如下所示。

- 检查各类计划，形成严密的计划保证系统。为保证工期的实现，应编制有各类计划，这些计划的关系是高层次的计划是低层次计划的编制依据；低层次计划是高层次计划的具体化。在贯彻执行这些计划时，应首先检查计划本身是否协调一致，计划目标是否层层分解，互相衔接。在此基础上，组成一个计划实施的保证体系，以任务书的形式下达给项目实施者以保证实施。
- 明确责任。项目经理、项目管理人员、项目作业人员，应按计划目标明确各自的责任，相互承担的经济责任、权限和利益。
- 计划全面交底。进度计划的实施是项目全体工作人员的共同行动，要使相关人员都明确各项计划的目标、任务、实施方案和措施，使管理层和作业层协调一致，将计划变为项目人员的自觉行动。要做到这一点，就应在计划实施前进行计划交底工作。

**(2) 调度工作。**调度工作是实现项目工期目标的重要手段。其主要任务是：掌握项目计划实施情况，协调各方面关系，采取措施解决各种矛盾，加强薄弱环节，实现动态平衡，保证完成计划和实现进度目标。调度是通过监督、协调、调度会议等方式实现的。

**(3) 抓关键活动的进度。**关键活动是项目实施的主要矛盾，应紧抓不懈，可采取以下措施。

- 集中优势按时完成关键活动。为保证关键活动能按时完成，可采取组织骨干力量、优先提供资源等措施。
- 专项承包。对关键活动可采用专项承包的方式，也就是定任务、定人员、定目标。
- 采用新技术、新工艺。技术、工艺选择不当，就会严重影响工作进度。采用一项好的、先进的技术或工艺能起到事半功倍的作用。可见，只要被证明是成功的新技术、新工艺，都应积极采用。

**(4) 保证资源的及时供应。**应按资源供应计划，及时组织资源的供应工作，并加强对资源的管理。

**(5) 加强组织管理工作。**根据项目特点，建立项目组织和各种责任制度，将进度计划指标的完成情况与部门、单位和个人的利益分配结合起来，做到责、权、利一体化。



**(6) 加强进度控制工作。**进度控制是保证项目工期必不可少的环节，应贯穿于项目进展的全过程。

### 3. 项目进度动态检测

在项目实施过程中，为了收集反映项目进度实际状况的信息，以便对项目进展情况进行分析，掌握项目进展动态，应对项目进展状态进行观测，这一过程称为项目进度动态监测。

对于项目进展状态的观测，通常采用日常观测和定期观测的方法进行，并将观测的结果用项目进展报告的形式加以描述。

**(1) 日常观测。**随着项目的进展，不断观测进度计划中所包含的每一项工作的实际开始时间、实际完成时间、实际持续时间、目前状况等内容，并加以记录，以此作为进度控制的依据。记录的方法有实际进度前锋线法、图上记录法、报告表法等。

**(2) 定期观测。**定期观测是指每隔一定时间对项目进度计划执行情况进行一次较为全面、系统的观测、检查。间隔的时间因项目的类型、规模、特点和对进度计划执行要求程度的不同而异，可以是一日、双日、五日、周、旬、半月、月、季、半年等为一个观测周期。观测、检查的内容主要有以下几个方面：

- 观测、检查关键活动的进度和关键线路的变化情况，以便采取措施调整或保证计划工期的实现。
- 观测、检查非关键活动的进度，以便更好地挖掘潜力，调整或优化资源，以保证关键活动按计划实施。
- 检查工作之间的逻辑关系变化情况，以便适时进行调整。

有关项目范围、进度计划和预算变更的信息。这些变更可能是由客户或项目团队引起，或是由某种不可预见事件的发生所引起。

定期观测、检查有利于项目进度动态监测的组织工作，使观测、检查具有计划性，成为例行性工作。定期观测、检查的结果应加以记录，其记录方法与日常观测记录相同。定期检查的重要依据是日常观测、检查的结果。

**(3) 项目进展报告。**项目进度观测、检查的结果通过项目进展报告的形式向有关部门和人员报告。项目进展报告是记录观测检查的结果，项目进度现状和发展趋势等有关内容的最简单的书面形式报告。项目进展报告根据报告的对象不同，确定不同的编制范围和内容，一般分为项目概要级进度控制报告、项目管理级进度控制报告和业务管理级进度控制报告。

- 项目概要级进度控制报告是以整个项目为对象说明进度计划执行情况的报告。
- 项目管理级进度控制报告是以分项目为对象说明进度计划执行情况的报告。
- 业务管理级进度控制报告是以某重点部位或重点问题为对象所编写的报告。

项目进展报告的内容主要包括：项目实施概况、管理概况、进度概要；项目实际进度及其说明；资源供应进度；项目近期趋势，包括从现在到下次报告期之间将可能发生的事件等内容；项目费用发生情况；项目存在的困难与危机，困难是指项目实施中所遇

到的障碍，危机是指对项目可能会造成重大风险的事件。

项目进展报告的形式可分为：日常报告、例外报告和特别分析报告。

- 日常报告：根据日常监测和定期监测的结果所编制的进展报告即为日常报告。这是项目进展报告的常用形式。
- 例外报告：这是为项目管理决策所提供的信息报告。
- 特别分析报告：就某个特殊问题所形成的分析报告。

项目进展报告的报告期应根据项目的复杂程度和时间期限，以及项目的动态监测方式等因素确定，一般可考虑与定期观测的间隔周期相一致。一般来说，报告期越短，早发现问题并采取纠正措施的机会就越多。如果一个项目远远偏离了控制，就很难在不影响项目范围、预算、进度或质量的情况下实现项目目标。明智的做法是增加报告期的频率，直到项目按进度计划进行。

17.3.3 几种常见的项目进展报告

1. 进度计划执行情况报告

该报告包括报告期各项工作的计划执行状况，如表 17-2 所示。

表 17-2 项目进度计划执行情况报告表

项目名称			项目所有者			项目执行者			信息号		报告日期	
工作 编号	工作 名称	工作 情况	计划			实际			估计		TF <sub>ij</sub>	
			D <sub>ij</sub> (d)	ES <sub>ij</sub> 月、日	EF <sub>ij</sub> 月、日	工时 (d)	开始 月、日	结束 月、日	工时 (d)	结束 月、日	原有 (d)	剩余 (d)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

注：（1）第 1，2，4，5，6 栏应事先填好。

（2）第 3 栏可填一个数字代表工作情况：0—工作剔除；1—新增工作；2—工作已结束；3—推迟完成；4—按期完成；5—提前完成；6—推迟开始；7—如期开始；8—提前开始。

2. 项目关键点检查报告

项目关键点是指对项目工期影响较大的时间点，如里程碑事件点就是项目关键点。对项目关键点的监测、检查是项目进度动态监测的重点之一。将关键点的检查结果加以分析、归纳所形成的报告就是项目关键点检查报告，如表 17-3 所示。

3. 项目执行状态报告

项目执行状态报告反映了一个项目或一项工作的现行状态，如表 17-4 所示。

表 17-3 项目关键点检查报告

关键点名称		检查组名称	
检查组负责人		报告人	
报告日期		报告份数	
对关键点的目标描述			
关键点实际时间与计划时间相比			
交付物是否能满足项目要求			
预计项目发展趋势			
检查组负责人的审核意见：	签名：	日期：	

表 17-4 项目执行状态报告

任务名称（项目或工作）		任务编码	
报告日期		状态报告份数	
实际进度与计划进度比较			
已用时间、尚需时间与计划总时间比较			
提交物能否满足项目要求			
任务能否按时完成			
目前人员配备状况			
目前技术状况			
任务完成预测			
潜在风险分析及建议			
任务负责人审核意见：			
签名：	日期：		

#### 4. 任务完成报告

任务完成报告反映了一项已完成任务或工作的基本情况，如表 17-5 所示。

表 17-5 任务完成报告

任务名称及编码		任务完成日期	
已完成任务基本情况	交付物的性能特点		
	实际工时与计划工时比较		
	实际成本与计划成本比较		
	遇到的重大问题及解决办法		
紧后工作情况	紧后工作名称及编码		
	紧后工作计划及措施		
评审意见：	评审人：	评审日期：	
项目负责人审核意见：	签名：	日期：	

## 5. 重大突发事件报告

就某一重大突发事件的基本情况及其对项目的影响等有关问题所形成的特别分析报告就是重大突发事件报告。报告的基本形式如表 17-6 所示。

表 17-6 重大突发事件报告

事件发生时间	
事件发生部位	
事件描述	
事件对项目影响程度说明	
事件发生原因分析	
建议采取的措施	
项目负责人审核意见：	签名：日期：

## 6. 项目变更报告

该报告反映了某一项目变更的状况及其对项目产生的影响，也是特别分析报告，如表 17-7 所示。

表 17-7 项目变更报告

项目名称		项目负责人	
项目变更原因			
项目变更替代方案描述			
估计项目变更对进度的影响			
变更所涉及的相关单位			
项目负责人审查意见：	签名：	日期：	
项目主管部门审查意见：	签名：	日期：	

## 7. 项目进度报告

项目进度报告反映了报告期项目进度的总体概况，如表 17-8 所示。

表 17-8 项目进度报告

项目名称		报告日期	
关键 问题	任务范围变化情况		
	进度状况		
	费用状况		
	质量状况		
	技术状况		

续表

对跟踪项目的解释:			
未来 设想	任务计划:		
	问题和办法:		
完成人:	日期:	评审人:	日期:

8. 项目管理报告

该报告反映了报告期项目管理的总体状况，如表 17-9 所示。

表 17-9 项目管理报告

项目名称		项目号	
报告日期		报告份数	
状态 总结	已完任务或工作占用时间占总工期的比例		
	已完工程量或工作量占总工程量或工作量的比例		
	已完任务或工作实际时间、费用及质量状况		
	已完任务或工作计划时间、费用及质量要求情况		
	提交物状况		
	目前状态对项目工期的影响程度预测		
	目前状态对项目费用的影响程度预测		
	目前状态对项目质量的影响程度预测		
人员配备情况			
技术状况			
项目完成情况评估			
其他需说明的事项			
审核意见:		审核人:	审核时间:
项目经理意见:		项目经理:	日期:

17.3.4 比较分析

在项目进展中，有些工作或活动会按时完成，有些会提前完成，而有些工作或活动则可能会延期完成，所有这些都会对项目的未完成部分产生影响。特别是已完成工作或活动的实际完成时间，不仅决定着网络计划中其他未完成工作或活动的最早开始与完成时间，而且决定着总时差。但必须注意的是，并非所有不按计划完成的情况都会对项目总工期产生不利影响。有些可能会造成工期拖延；有些则可能有利于工期的实现；有些对工期不产生影响。这就需要对实际进展状况进行分析比较，以弄清其对项目可能会产生的影响，以此作为项目进度更新的依据。

由于各种因素的影响，项目进度计划的变化是绝对的，不变是相对的。进度控制的

核心问题就是能根据项目的实际进展情况，不断地进行进度计划的更新。可以说，项目进度计划的更新既是进度控制的起点，也是进度控制的终点。

### 1. 比较与分析

将项目的实际进度与计划进度进行比较分析，以评判其对项目工期的影响，确定实际进度与计划不相符合的原因，进而做出对策，这是进度控制的重要环节之一。进行比较分析的方法主要有以下几种。

#### （1）横道图比较法。

横道图比较法是将项目进展中通过观测检查搜集到的信息，经整理后直接用横道线并列标于原计划的横道线一起，进行直观比较的方法。某开发项目的实际进度与计划进度比较，如表 17-10 所示。

表 17-10 某开发项目的实际进度与计划进度比较

工作 编号	工作名称	工作时间 (M)	项 目 进 度									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	需求分析	3										
2	设计建模	3										
3	编码	3.5										
4	测试	3										
5	实施部署	2										

↑  
检查日期

在表 17-10 中，细实线表示计划进度，粗实线表示实际进度。在第 5 个月月末检查时，需求分析已经结束；设计建模比进度计划拖后 1 个月；编码的实际进度与计划进度一致；测试和实施还未开始。

通过上述比较，为项目管理者明确了实际进度与计划进度之间的偏差，为采取调整措施提出了明确任务。这是进度控制中最简单的方法。但是，这种方法仅适用于项目中各项工作都是按均匀的速度进行，即每项工作在单位时间内所完成的任务量是各自相等的。

项目完成的任务量可以用实物工程量、劳动消耗量和工作量三种物理量表示。为了方便比较，一般用实际完成量的累计百分数与计划应完成量的累计百分数进行比较。

#### （2）S 型曲线比较法。

S 型曲线比较法是以横坐标表达进度时间，纵坐标表示累计完成任务量或已完成的投资，而绘制出一条按计划时间累计完成任务量的 S 型曲线，将项目的各检查时间实际完成的任务量与 S 型曲线进行实际进度与计划进度相比较的一种方法。

S 型曲线比较法是在图上直观地进行项目实际进度与计划进度的比较。通常，在计划实施前绘制出计划 S 型曲线，在项目进行过程中，按规定时间将检查的实际完成情

况, 绘制在与计划 S 型曲线同一张图中, 即可得出实际进度的 S 型曲线, 如图 17-9 所示。比较两条 S 型曲线, 即可得到相关信息。

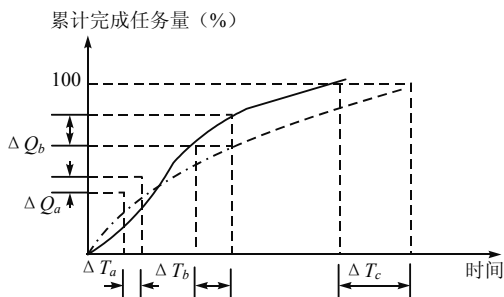


图 17-9 S 型曲线比较图

项目实际进度与计划进度进行比较: 当实际进展点落在计划 S 型曲线左侧时, 表明实际进度超前; 若在右侧, 则表示滞后; 若正好落在计划曲线上, 则表明实际与计划一致。

在如图 17-9 所示的项目中, 项目实际进度与计划进度之间的偏差:

$\Delta T_a$  表示  $T_a$  时刻实际进度超前的时间;  $\Delta T_b$  表示  $T_b$  时刻实际进度拖后的时间。

项目实际完成任务量与计划任务量之间的偏差:

$\Delta Q_a$  表示  $T_a$  时刻超额完成的任务量;  $\Delta Q_b$  表示在  $T_b$  时刻少完成的任务量。

据图 17-8, 项目后期若仍然按原计划速度进行, 则工期拖延预测值为  $\Delta T_c$ 。

### (3) “香蕉”曲线比较法。

对于一个项目的网络计划, 在理论上总是分为最早和最迟两种开始和完成时间。因此, 任何一个项目的网络计划, 都可以绘制出两条 S 型曲线, 即以最早时间和最迟时间分别绘制出相应的 S 型曲线, 前者称为 ES 曲线, 后者称为 LS 曲线。不管是 ES 曲线还是 LS 曲线, 整个项目的起始时间和终止时间一致, 由于两条 S 型曲线能够组成一个闭合曲线, 形如香蕉, 故称“香蕉”曲线, 如图 17-10 所示。

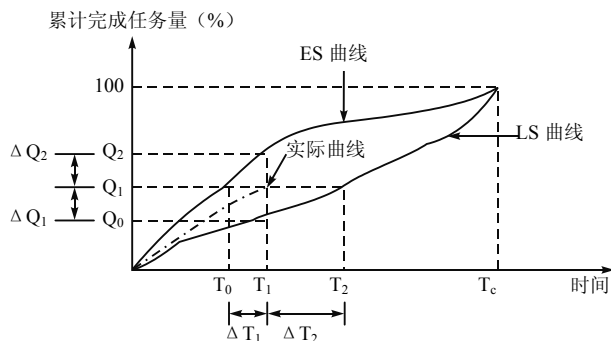


图 17-10 “香蕉”曲线比较图

“香蕉”曲线做比较的作用可以归结为三点：

- 利用“香蕉”曲线进行进度的合理安排。
- 进行施工实际进度与计划进度比较。
- 确定在检查状态下，后期工程的 ES 曲线和 LS 曲线的发展趋势。

在项目实施过程中，根据每次检查的各项工作实际完成的任务量，计算出不同时间实际完成任务量的百分比，并在“香蕉”曲线的平面内绘出实际进度曲线，即可进行实际进度与计划进度的比较。

“香蕉”曲线比较法主要进行如下两个方面的比较：

- 时间一定，比较完成的任务量。

当项目进展到  $T_1$  时，实际完成的累计任务量为  $Q_1$ ，若按最早时间计划，则应完成  $Q_2$ ，可见，实际比计划少完成： $\Delta Q_2 = Q_1 - Q_2 < 0$ 。

若按最迟时间计划，则应完成  $Q_0$ ，实际比计划多完成： $\Delta Q_1 = Q_1 - Q_0 > 0$ 。

由此可以判断，实际进度在计划范围之内，不会影响项目工期。

- 任务量一定，比较所需时间。

当项目进展到  $T_1$  时，实际完成累计任务量  $Q_1$ ，若按最早时间计划，则应在  $T_0$  时完成同样任务量，可见，实际比计划拖延，其拖延的时间是： $\Delta T_1 = T_1 - T_0 > 0$ 。

若按最迟时间计划，则应在  $T_2$  时完成同样任务量，由此可见，实际比计划提前，其提前量是： $\Delta T_2 = T_1 - T_2 < 0$ 。

可以判断：实际进度未超出计划范围，进展正常。

## 2. 项目进度更新

将实际进度与计划进度进行比较并分析结果，以保持项目工期不变，保证项目质量和所耗费用最少为目标，做出有效对策，进行项目进度更新，这是进行进度控制和进度管理的宗旨。项目进度更新主要包括两方面工作，即分析进度偏差的影响和进行项目进度计划的调整。

### （1）分析进度偏差的影响。

根据前述进度比较方法，当出现进度偏差时，应分析该偏差对后续工作及总工期的影响。主要从以下几方面进行分析：

- 分析产生进度偏差的工作是否为关键活动。若出现偏差的工作是关键活动，则无论其偏差大小，对后续工作及总工期都会产生影响，必须进行进度计划更新；若出现偏差的工作为非关键活动，则需根据偏差值与总时差和自由时差的大小关系，确定其对后续工作和总工期的影响程度。
- 分析进度偏差是否大于总时差。如果工作的进度偏差大于总时差，则必将影响后续工作和总工期，应采取相应的调整措施；若工作的进度偏差小于或等于该工作的总时差，则表明对总工期无影响；但其对后续工作的影响，需要将其偏差与其自由时差相比较才能做出判断。



- 分析进度偏差是否大于自由时差。如果工作的进度偏差大于该工作的自由时差,则会对后续工作产生影响,如何调整,应根据后续工作允许影响的程度而定;若工作的进度偏差小于或等于该工作的自由时差,则对后续工作无影响,进度计划可不进行调整更新。

经过上述分析,项目管理人员可以确定应该调整产生进度偏差的工作和调整偏差值的大小,以便确定应采取的调整更新措施,形成新的符合实际进度情况和计划目标的进度计划。

## (2) 项目进度计划的调整。

项目进度计划的调整往往是一个持续反复的过程,一般分几种情况:

- **关键活动的调整。**关键活动调整方法的原理来自关键路线法。在项目计划图中,关键路径上的活动没有机动时间,称为关键活动。由于其中任一工作持续时间的缩短或延长都会对整个项目工期产生影响。因此,关键活动的调整是项目进度更新的重点。有以下两种情况:

第一种情况:关键活动的实际进度较计划进度提前时的调整方法。

若仅要求按计划工期执行,则可利用该机会降低资源强度及费用。实现的方法是,选择后续关键活动中资源消耗量大或直接费用高的予以适当延长,延长的时间不应超过已完成的关键活动提前的量;若要求缩短工期,则应将计划的未完成部分作为一个新的计划,重新计算与调整,按新的计划执行,并保证新的关键活动按新计算的时间完成。

第二种情况:关键活动的实际进度较计划进度落后时的调整方法。

调整的目标就是采取措施将耽误的时间补回来,保证项目按期完成。调整的方法主要是缩短后续关键活动的持续时间。这种方法是指在原计划的基础上,采取组织措施或技术措施缩短后续工作的持续时间以弥补时间损失,以确保总工期不延长。

实际上,不得不延长工期的情况非常普遍,项目经理在项目总计划的制订中要充分考虑到适当时间冗余。当预计到项目时间要拖延时应该分析原因,第一时间给项目干系人通报,并征求业主的意见,这也是项目进度监理与控制的重要工作内容。

- **非关键活动的调整。**当非关键线路上某些工作的持续时间延长,但不超过其时差范围时,则不会影响项目工期,进度计划不必调整。为了更充分地利用资源,降低成本,必要时可对非关键活动的时差做适当调整,但不得超出总时差,且每次调整均需进行时间参数计算,以观察每次调整对计划的影响。

非关键活动的调整方法有三种:在总时差范围内延长非关键活动的持续时间、缩短工作的持续时间、调整工作的开始或完成时间。

当非关键线路上某些工作的持续时间延长而超出总时差范围时,则必然影响整个项目工期,关键线路就会转移。这时,其调整方法与关键线路的调整方法相同。

- **增减工作项目。**由于编制计划时考虑不周,或因某些原因需要增加或取消某些工作,则需重新调整网络计划,计算网络参数。由于增减工作项目不应影响原计划总的逻辑关系,以便使原计划得以实施。因此,增减工作项目,只能改变局部

的逻辑关系。

增加工作项目，只对原遗漏或不具体的逻辑关系进行补充；减少工作项目，只是对提前完成的工作项目或原不应设置的工作项目予以消除。增减工作项目后，应重新计算网络时间参数，以分析此项调整是否对原计划工期产生影响，若有影响，应采取措施使之保持不变。

- **资源调整。**若资源供应发生异常时，应进行资源调整。资源供应发生异常是指因供应满足不了需要，如资源强度降低或中断，影响到计划工期的实现。资源调整的前提是保证工期不变或使工期更加合理。资源调整的方法是进行资源优化。

## 17.4 控制进度的概念、原则和一般步骤

### 17.4.1 控制进度的概念和原则

#### 1. 控制进度的概念

项目计划从付诸实施开始，便一直处于动态的变化调整之中，会遇到各种意外情况，使项目不能按照计划进行，出现偏差。

信息工程监理的控制进度就是监视和测量项目实际进展，若发现实施过程偏离了计划，就要找出原因，采取行动，使项目回到计划的轨道上来。简单地说，控制进度就是比较实际状态和计划之间的差异，并依据差异做出必要的调整以使项目向有利于目标达成的方向发展。控制进度包括相互影响的三个环节。

**(1) 进度计划是控制进度的基础。**计划指出了项目组织未来努力的方向和奋斗目标，是经过仔细分析后综合成的对未来的构思，又是当前行动的准则。一个完善的计划可以使失败的概率降至最低，最大限度地保证在预期的期限内取得预期的效果。

**(2) 控制进度是通过项目的动态监控实现的。**项目进度控制是随着项目的进行而不断进行的，是一个动态过程，也是一个循环进行的过程。从项目开始，实际进度就进入了运行的轨迹，也就是计划进入了执行的轨迹。

**(3) 对比分析并采取必要的措施是控制进度的关键。**当实际进度与进度计划不一致时，就应分析产生偏差的原因，采取措施，调整计划，使实际与计划在新的起点上重合，并尽量使项目按调整后的计划继续进行。

#### 2. 控制进度的基本原则

项目进度控制原则可以归纳为以下六点。

**(1) 动态控制原则。**项目进度控制是随着项目的进行而不断进行的，是一个动态过程，也是一个循环进行的过程。从项目开始，实际进度就进入了运行的轨迹，也就是计划进入了执行的轨迹。实际进度按计划进行时，实际符合计划，计划的实现就有保证；

实际进度与进度计划不一致时,就产生了偏差,若不采取措施加以处理,工期目标就不能实现。可见,当产生偏差时,就应分析偏差的原因,采取措施,调整计划,使实际与计划在新的起点上重合,并尽量使项目按调整后的计划继续进行。但在新的因素干扰下,又有可能产生新的偏差,又需继续按上述方法进行控制。进度控制就是采用这种动态循环的控制方法。

**(2) 系统原则。**进行项目的进度控制,首先应编制项目的各种计划,包括进度计划、资源计划等,计划的对象由大到小,计划的内容从粗到细,形成了项目的计划系统;项目涉及各个相关主体、各类不同人员,这就需建立组织体系,形成一个完整的项目实施组织系统;为了保证项目进度,自上而下都应设有专门的职能部门,或由人员负责项目的检查、统计、分析、调整等工作。当然,不同的人员负有不同的进度控制责任,他们分工协作,形成一个纵横相连的项目进度控制系统。由此可见,无论是控制对象,还是控制主体,无论是进度计划,还是控制活动都是一个完整的系统。进度控制实际上就是用系统的理论和方法解决系统问题。

**(3) 封闭循环原则。**项目进度控制的全过程是一种循环性的例行活动,其活动包括编制计划、实施计划、检查、比较与分析、确定调整措施、修改计划,形成了一个封闭的循环系统。进度控制过程就是这种封闭循环不断运行的过程。

**(4) 信息原则。**信息是项目进度控制的依据。项目进度计划的信息从上到下传递到项目实施相关人员,以使计划得以贯彻落实;而项目实际进度信息则自下而上反馈到各有关部门和人员,以供分析并做出决策,进而调整,以使进度计划仍能符合预定工期目标。这就需要建立信息系统,以便不断地进行信息的传递和反馈。可见,项目进度控制的过程也是一个信息传递和反馈的过程。

**(5) 弹性原则。**项目一般工期长且影响因素多。这就要求计划编制人员能根据统计经验估计各种因素的影响程度和出现的可能性,并在确定进度目标时进行目标的风险分析,使进度计划留有余地,即使得计划具有一定的弹性。在进行项目进度控制时,可以利用这些弹性,缩短工作的持续时间,或改变工作之间的搭接关系,以使项目最终能实现项目的工期目标。

**(6) 网络计划技术原则。**网络计划技术不仅可以用于编制进度计划,而且可以用于计划的优化、管理和控制。网络计划技术是一种科学、有效的进度管理方法,是项目进度控制,特别是复杂项目进度控制的完整的计划管理和分析计算理论基础。

## 17.4.2 控制进度的步骤

编制进度计划的目的是指导项目的实施,以保证实现项目的工期目标。但在进度计划实施过程中,随着主客观条件变化,计划也要随之改变。凭借一个最优计划而一劳永逸是不可能的。因此,在项目进行过程中,必须不断监控项目的进程,以确保每项工作都能按计划进度进行;同时,不断掌握计划的实施状况,并将实际情况与计划进行对比

分析，必要时应采取有效的对策，使项目按预定的进度目标进行，避免工期的拖延，这一过程被称为进度控制。该过程可用图 17-11 加以描述。

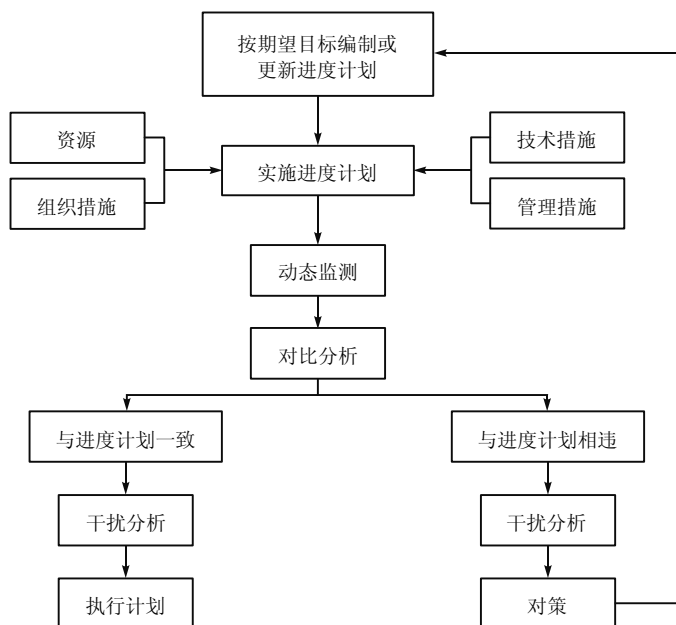


图 17-11 项目进度控制过程

有效进行项目进度控制的关键是监控实际进度，及时、定期地将实际进度与进度计划进行比较，并及时采取纠正措施。项目管理人员不能想当然地认为问题会在不采取任何措施的情况下自动消失。项目的进度控制就是在既定工期内，编制出最优的进度计划，在执行计划的过程中，经常检查项目实际进度情况，并将其与进度计划相比较，若出现偏差，便分析产生的原因及对工期的影响程度，确定必要的调整措施，更新原计划。这一过程不断循环，直至项目完成。项目进度控制的目标就是确保项目按既定工期目标实现，或是在保证项目质量并不因此而增加项目实际成本的条件下，适当缩短项目工期。

项目进度控制的主要方法是规划、控制和协调。规划是指确定项目总进度控制目标和分进度控制目标，并编制其进度计划；控制是指在项目实施全过程进行的检查、比较及调整；协调是指协调参与项目的各有关单位、部门和人员之间的关系，使之有利于项目进展。

进度控制所采取的措施主要有组织措施、技术措施、合同措施、经济措施和管理措施等。组织措施是指落实各层次的进度控制人员、具体任务和工作责任；建立进度控制的组织系统；按照项目的结构、工作流程或合同结构等进行项目的分解，确定其进度目标，建立控制目标体系；确定进度控制工作制度，如检查时间、方法、协调会议时间、参加人员等；对影响进度的因素进行分析和预测。

- 技术措施主要是指采取加快项目进度的技术方法。

- 合同措施是指项目的发包方和承包方之间、总包方与分包方之间等通过签订合同明确工期目标，对项目完成的时间进行制约。
- 经济措施是指实现进度计划的资金保证措施。
- 管理措施是指加强信息管理，不断收集项目实际进度的有关信息资料，进行整理统计，与进度计划相比较，并定期提出项目进展报告，以此作为决策依据之一。项目计划中的某些东西在付诸实施后才会发现无法实现。即使勉强实现，也要付出很高的代价。遇到这种情况，就必须对项目计划进行修改，或重新规划。在项目实施过程中要进行多次规划（P）、实施（D）、检查（C）和行动（A）循环。

## 17.5 信息系统工程进度控制的目标与范围

### 17.5.1 信息系统工程进度控制的目标

做好信息工程监理的进度控制工作，首先应当明确信息工程项目进度控制的目标。由于信息工程监理单位作为工程实施项目管理服务的主体，其所进行的进度控制是为了最终实现信息工程项目按计划进行。所以，信息工程监理进度控制的总目标就是信息工程项目最终投入运行的计划时间。

进度控制的目标似乎除了保证时间再没什么好解释的，然而，项目的目标包括进度、投资、质量三大目标，它们之间有着相互依赖和相互制约的关系。进行进度控制应当在考虑三大目标对立统一的基础上，明确进度控制目标，包括总目标和各阶段、各部分的分目标。很多项目在目标的确定上就出现很大的差错，甚至违反客观规律，项目执行中不管如何控制、如何调整都会造成很大的损失。可见，监理工程师应根据业主的委托要求科学、合理地确定进度控制目标。要制订合理的目标，又必须清楚几条客观规律。

如果信息工程项目进度计划制订得既可行又可优化，充分考虑到工程进展的连续性、均衡性，则不但可以使工期缩短，而且有可能获得较好的质量和较低的费用。

### 17.5.2 信息系统工程进度控制的范围

进度控制的范围可以从两个维度来论述。

#### 1. 时间维度

项目概念阶段要合理地估计工作量和交付时间，项目的工作量和完成时间的估计是项目管理中难度比较大的课题。

项目策划阶段根据成本、质量、人员等内外部制约因素编排合适的工作计划，编排计划需要掌握比较专业的工具和成熟的方法。制订项目时间进度计划主要有以下几个子过程。

(1) **确定项目的各项活动（项目分解结构底层的工作块）。**即确定为完成项目必须进行的诸项具体活动。

(2) **确定活动顺序。**找出各项活动之间的依赖关系。

(3) **时间估算。**估算各项活动所需要的时间。

(4) **编制时间进度计划。**研究和分析活动顺序、活动时间和资源要求，进而制订项目时间进度计划。

以上4个子过程在实践中常常交错重叠进行。

项目执行阶段，要周期性地给出项目进度报告，根据执行的实际效果和项目计划对比，找出偏差的原因，如果是其他方面的变更引起的进度变更，还要再次进行工作量的估计，并进行必要的变更评审控制等。时间变更出现后，应修改同项目进度管理有关的资料 and 文件，必要时要将变更通知给有关的干系人。修改项目活动的进度有时要求对项目整体进度计划进行调整。需要修改的一般是原来经过批准的项目活动开始和结束日期。当进度延误很严重时，需要重新确定基准日期。对时间变更采取措施，进行处理之后，应当将造成时间变更的原因、采取的措施，以及采取此等措施的理由、随之要求资源和预算的变更、从此次变更中吸取的教训等都记录在案，形成书面文件存入本项目和其他项目的数据库。

项目收尾阶段还要进行进度的审计，把整个项目执行过程中每次进度产生差异的原因，采取纠正措施的理由，以及其他方面的经验教训记录下来，成为执行组织在本项目和今后其他项目的历史数据与资料。项目验收收尾阶段对进度的总结，对今后项目周期的估计是非常必需的，也是解决项目周期估计难题的重要手段。

## 2. 工作维度

从工作分解的维度上讲，进度控制首先要进行总体进度的控制，即项目的总计划。项目在进行中，千头万绪，不可能事事关照，时时关照。一定要抓住对实现项目目标有重大影响的关键问题和关键时点。在项目进度管理中，就要抓住里程碑。抓住重点，可大大提高控制工作的效率。抓住重点，还意味着把注意力集中在异常情况上。一般的正常情况不用多加关照。异常情况抓住了，就相当于抓住了关键。

然而，由于总计划的保证是以每个团队的每个活动能够按时完成工作为前提的，所以，尤其要对项目各项工作进行检查，其次要抓关键路径上的活动，要采取措施进行纠正等。所有这些都要涉及人，这是因为人们是不愿意接受使他们不愉快的控制措施的。

## 第 18 章 项目成本管理

项目成本管理希望节约项目的费用，但并不意味着要一味减少成本。例如，在信息系统项目中，减少测试无疑能够减少项目的费用，但没有测试，如同许多曾经进行过的信息系统一样，把用户当作测试者，可能对项目造成灾难性的后果，最终要么使得项目的成本大为提高，要么让项目走向失败的边缘。

项目的成本管理要估计为了提交项目可交付成果所进行的所有任务和活动。这些任务和活动需要进行的时间，以及所需要的资源。这些都要消耗组织的资金，只有把所有的这些成本累加，管理者才能真正了解项目的成本并进行相应的成本控制。

项目的成本是项目的全过程所耗用的各种费用的总和，包括三大方面。

**(1) 项目决策成本。**管理决定是否实施项目要进行市场调查、查阅资料 and 进行可行性分析，这些都需要时间和资金。

**(2) 招标成本。**如果项目需要招标，那么就需要一定的费用。

**(3) 项目实施成本。**在项目开始后所发生的各种费用，包括人工费、材料费等的直接成本和项目管理费这样的间接成本。在大多数项目中，项目实施费用一般是总成本的主要组成部分，而且对于项目管理者而言，能够控制的成本也是项目的实施费用。所有本章主要讨论的就是项目的实施成本的管理。

图 18-1 概述了成本管理的每个子过程，在信息系统项目管理师考试中，下午卷案例分析的考查频率非常高，应该可以说是必考的内容。

上午卷从分值来看，评价每次考 3 分。从知识点的分布来看，主要考查的还是挣值管理，大部分都是计算，偶尔出现一两次的概念题。其次考查了成本估算与成本控制，成本估算是以计算题为主。

下午卷案例分析题是信息系统项目管理师必考的内容，有时候是单独的成本管理的计算题，有时候是与项目时间管理同时考查。项目成本管理必须要掌握 PV、AC、EV、SV、CV、SPI、CPI、ETC、EAC、BAC 等概念，同时还要能熟记这些计算的公式。

### 18.1 项目成本管理的原理和术语

项目成本管理对于组织来说非常重要，通常来说，大公司能够承担较多的项目失败，而大多数公司只能承受少量的项目失败。对于许多组织来说，现实似乎并不是项目管理者或者管理层在进行项目的成本管理，而是被项目成本控制的。

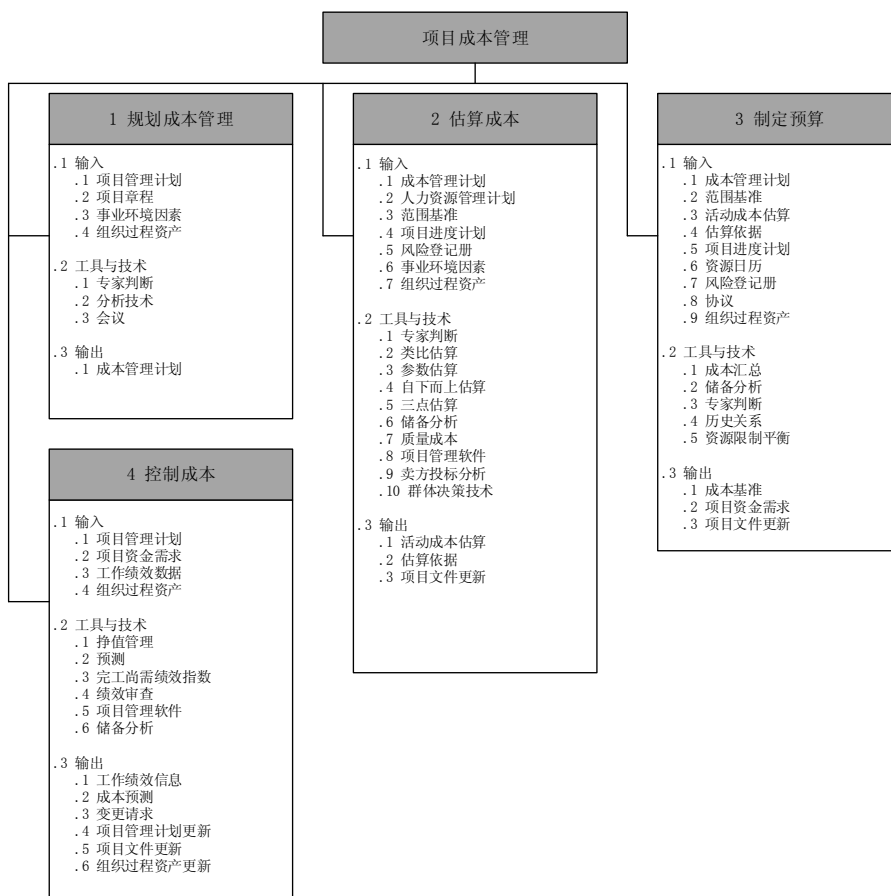


图 18-1 项目成本管理

成本管理并不只是把项目的成本进行监控和记录，而是需要对成本数据进行分析，以发现项目的成本隐患和问题，在项目遭受可能的损失之前采取必要的行动。

成本管理其本身不是一个完整的系统，它是项目管理成本和控制系统的子系统，如图 18-2 所示。

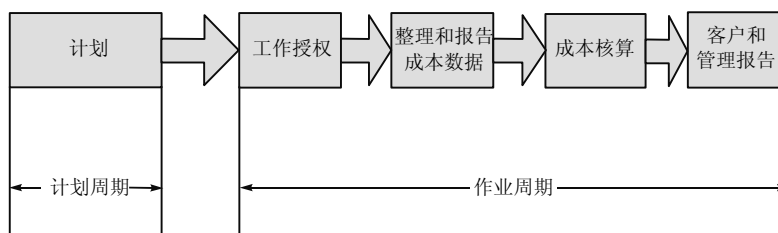


图 18-2 管理成本和控制系统

通常人们把计划周期称为计划和控制，而作业周期称为成本和控制。其中计划和控制系统必须能够提供实际工作进展、控制相关成本和项目进度、识别潜在问题等，它能



够计划和安排工作进度，建立直接劳力预算和间接成本预算等。

而在成本和控制阶段，应该完成项目即将进行的工作的详尽计划，对项目的时间、成本和资源有较好的估计，进行奖惩预算和授权支持，对成本支持进行及时核算，对剩余工作的完成时间和成本的再估计等。

表 18-1 所列为项目成本管理的术语。

表 18-1 项目成本管理有关术语

名 词	说 明
成本 (Cost)	项目为完成可交付成果而进行的活动消耗的资源的货币价值
成本估算 (Cost Estimating)	对完成项目所有活动所需要的资源的货币价值进行某种近似估计的过程或结果
成本管理计划 (Cost Management Plan)	对项目成本的规划、组织和控制的方法的行为准则。这个准则的文件可以是正式或者非正式的。可以在项目管理计划之内，也可以单独列出
成本基准 (Cost Baseline)	经过批准的成本计划，加上或者减去经过批准的成本变更
成本绩效指数 (Cost Performance Index, CPI)	成本效果的量度。是项目的已完成工作的实际成本和已完成工作的预算成本的比值
成本控制 (Cost Control)	对造成项目成本偏差的因素施加影响，以达到控制项目成本的目的的行为和过程
成本偏差 (Cost Variance)	项目成本效果的量度。是已完成工作的预算成本和已完成工作的实际成本的差
成本预算 (Cost Budget)	把工作分解结构的每个任务或者工作包的成本估算，计算整个项目的预算成本的过程或者结果
分摊型投入 (Apportioned Effort, AE)	分配在项目工作上的投入，对该工作来说不容易分解，但与可计量的分立型的工作投入成正比
合理成本估算 (Should-Cost Estimate)	评价预期的产品或者服务的提供者所提供的产品或者服务的成本
基金 (Funds)	项目立即可以使用的货币或者财力
计划值 (Planned Value)	项目为进度规定所要完成的工作的经过批准的预算
控制账目 (Control Account)	综合范围、预算、实际成本和进度，并对绩效进行测量的管理控制点
控制账目计划 (Control Account Plan)	控制账目所有完成的全部工作或付出的全部努力的计划
类比估算 (Analogous Estimating)	根据过去类似项目的范围、成本、持续时间和质量要求等参数来估算新项目的成本的方法。当相类比的项目和新项目在外表和实质上都类似时，类比估算较可靠

续表

名 词	说 明
利润 (Profits)	利润是项目的收益减去成本 项目利润是绝大多数项目存在的理由, 如果没有利润, 那么组织显然不会开展项目的实施
全寿命周期成本 (Life Cycle Costing)	全寿命周期成本考虑项目的全部成本, 包括管理成本、研发和支持等信息系统项目特别应该考虑项目后期的支持成本
三点估算 (Three-Point Estimate)	分别以最乐观、最悲观和最有可能这三种情况做三个成本估计的分析技术。当项目的成本组成不明确时使用该技术可改善成本估算的准确性
现金流分析 (Cash Flow Analysis)	现金流分析是分析一段时间内的支出和收入的方法, 这个时间段通常是一年。如果组织在一个时期内同时开展许多需要大量现金流的项目, 以至于远远超过了企业的现金流的承受能力, 是非常危险的
实际成本 (Actual cost, AC)	项目当前已经完成的工作所消耗的资源货币价值
挣值 (Earned Value, EV)	项目当前已经完成的工作的经过批准的成本
完成尚需成本估算 (Estimate to Complete, ETC)	为了完成项目, 对剩余所需要进行的工作所消耗资源的成本估算
完成时估算 (Estimate at Completion, EAC)	完成时估算就是项目已完成工作的实际成本加上对剩下工作的成本估算之和, 也称为最近修正估算 (Latest Revised Estimate)
完成时预算 (Budget at Completion, BAC)	也就是计划总额
项目成本管理 (Project Cost Management)	为了使项目在批准的预算内完成, 对成本进行计划、估算、预算和控制的过程
质量成本 (Cost of Quality)	为保证质量而付出的成本

如果是第一次阅读和项目成本有关的内容, 那么这个列表是足够让人眩晕的。建议这样的读者先浏览这些条目, 不必停留, 继续向下阅读。在阅读完本章全部内容之后, 再回头来查阅这些词语, 看看是否能够理解它们。

## 18.2 项目成本估算

### 18.2.1 信息系统项目成本估算的困难和常见错误

成本估算是对项目投入的各种资源的成本进行估算, 并编制费用估算书。要进行项目成本的估算, 需要大量的数据资料, 这些资料如下所示。

(1) 资源要求的品种和数量。

(2) 每种资源的单价。

(3) 每项资源占有的时间。

有些资源看起来占用多少时间都没有关系,比如,办公室的家具,实际上即使是这些资源也存在折旧的问题。

看起来好像只是一个简单的数学公式,项目的成本估算等于每项资源的数量乘以时间再乘以单价就可以了。对于某些项目的某些因素,可以进行比较准确的估计。比如,在建筑项目中砖的使用量。但是在信息系统项目中,估计这些因素都非常困难。现在还没有特别有效的办法能够估计一个软件的所需要的人月数,而且,人月这个估计度量本身就不是非常精确,它蕴含了一个错误的推论:人和月可以互换。而对于开发一个全新技术的项目时,项目的成败还无法完全预料,更不要说估计所需要的资源占有情况了。

综合起来,信息系统的项目成本估算的困难主要来自六个方面。

**(1) 复杂的信息。**与其他的有些传统项目不同,信息系统要满足的是人的主观需要,由于人的复杂性,给信息系统带来了无数的难以确定的因素。对信息系统的估算自然是个复杂的工作,而现实中往往不允许在项目的初期投入太多的资源对项目的成本进行估算。而且,随着项目的进展,许多具体情况的明确,项目的成本估算也会相应变化。

**(2) 技术的变化。**开发工具软件的不断升级、技术方案的不断更新,这些技术的进步让信息系统项目可以提供功能越来越强、使用越来越方便的产品或者服务,但是都给信息系统项目的成本估算带来困难。

**(3) 同类项目的缺乏。**有效的项目成本估算是建立在大量的同类项目的成本结算的基础上的。没有大量的同类项目的经验,信息系统项目的成本估算也就非常困难。许多组织并不注意整理和收集本组织内部的信息项目的成本数据,更不要说去收集整理其他组织的成本数据了。

**(4) 缺乏专业和富有经验的人才。**可以根据同类项目的历史成本来估算当前项目的成本,历史项目和当前项目的不同点和相同点是估算过程中需要判断的重要问题,这种判断需要估算人员有丰富的经验和专业知识。

**(5) 信息系统项目建设人员的不同。**信息系统建设的成本中,有很大一部分是人力资源的成本,而不同人员的不同态度、不同经验、不同能力都会造成不同人员的截然不同的效率,这也给信息系统的成本估算带来极大的困难。

**(6) 管理层的压力与误解。**管理层会要求对项目成本进行估算,但是他们所需要的往往是期待一个比他们所预计要小的值,以便能够赢得合同或者投资。

表 18-2 所列为建筑项目和信息系统项目的估算准确度的比较。

虽然信息系统的项目成本估算存在这些困难,但成本估算还是要进行。有一些相关的数据、资料和手段可以用于成本估算。

表 18-2 建筑项目和信息系统项目的估算准确度对比

工作分解结构		准 确 度	
层	描 述	建 筑 业	信息系统
1	大型项目	±35	±75~100
2	项目	±20	±50~60
3	任务	±10	±20~30
4	子任务	±5	±10~15
5	工作包	±2	±5~10

根据以前项目的档案、市场上公开发售的费用估计参考资料和项目组成员的经验可以对资源的成本做参考。

许多组织会为项目估算者提供帮助，这些帮助如下所示。

- (1) 检查和审视工作分解结构和成本估算。
- (2) 提供会计专家和事物处理专家帮助。
- (3) 保存了历史项目的工作分解结构和项目成本估算以供参考。
- (4) 为估算提供建议。
- (5) 提供估算手册。

估算手册是用来标准化估算过程。其内容包括表 18-3 中的内容。

表 18-3 估算手册的内容

章 节	内 容
引言	目的和索引
估算工具	硬件成本 自动估算系统 计算方法和程序
估算类型	确切估算及其估算程序 资本成本估算及其估算程序 可行性估算及其估算程序 估算规格数量指南

在对项目进行成本估算时，应该避免以下的常见错误。

**(1) 草率的成本估算。**由于市场和管理层的压力，项目组成员或者管理者被迫在没有进行真正的准备的情况下做出成本估算。如何面对管理层的压力，向管理层解释如何才能得到较为准确的项目成本估算也是对项目管理者沟通能力的考验。

**(2) 在项目范围尚未确定时就进行成本估算。**在信息系统中这也非常常见，往往是项目组对该做什么，不该做什么还只有一个粗略的概念时就要进行成本估算。

(3) **过于乐观或者保守的估算。**过于乐观的估算会给项目组的项目实施带来很大的压力。而过于保守的估算也会由于 Parkinson 定律（时间充裕时，工作随之膨胀，收入增加时，花销随之增长）也会对项目造成不利影响，甚至可能让组织放弃本来可能是有利可图的项目。

### 18.2.2 自顶向下的估算

自顶向下估算是根据管理人员的经验和判断，再结合以前相关类似活动的历史数据，管理人员估计项目整体的成本和子项目的成本，把这个估计的成本给底层的管理人员，底层管理人员再对任务和子任务的成本进行估计，最后到底层。这个过程和自顶向下进行工作分解结构的分解很相似，如图 18-3 所示。

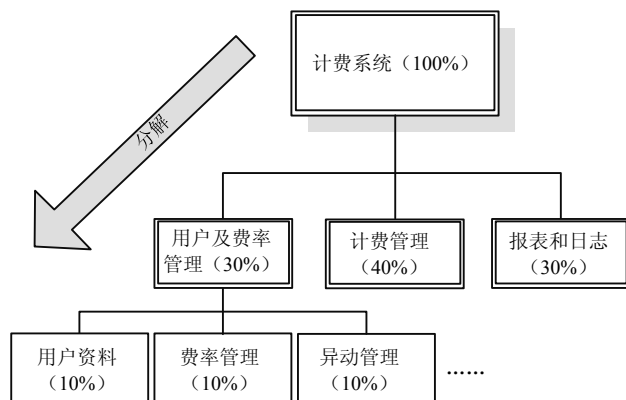


图 18-3 根据项目分解结构进行自顶向下的估算

自顶向下的依据主要是历史的同类项目的成本。

参考同类项目的成本是人们最常使用的对新项目成本的估算方法，虽然历史不会重演，但也会有惊人的类似。一个组织进行的同类的项目越多，那么进行该类的项目的成本估算就越准确。通过和历史同类项目的比较，比较需要进行估算的项目在规模、范围、难度等方面与历史项目的不同，管理层就能大致估算项目的成本。

自顶向下估算的主要优点是管理层会综合考虑项目中的资源分配，由于管理层的经验，他们能相对准确地把握项目的整体需要，能够把预算控制在有效的范围内，并且避免有些任务有过多的预算，而另外一些被忽视。

它的主要缺点是如果下层人员认为所估算的成本不足以完成任务时，由于在公司地位的不同，下层人员很有可能保持沉默，而不是试图和管理层进行有效的沟通，讨论更为合理的估算，默默地等待管理层发现估算中的问题再自行纠正。这样会使项目的执行出现困难，甚至是失败。

虽然这样的估算被广泛采用,但是信息系统项目本身的不确定性和高度的定制化性使得在信息系统项目中,自顶向下的成本估算往往很不准确。由于技术的发展和客户的需求各不相同,许多信息系统项目根本没有以前的项目例子作为估算的参考。表 18-4 所列为自顶向下的估算示意表。

表 18-4 自顶向下的估算示意表

使用的人力资源	单价 (元/小时)	人数×小时	总成本 (元)
系统分析员	45	2×100	9000
WEB 程序员	30	4×300	36000
数据库管理员	25	1×20	500
网站管理员	20	1×15	300
总计			45800

### 18.2.3 自底向上的估算

与自底向上的工作分解结构的分解一样,自底向上的估算是先把基本的任务和它们所需要的估算列出来。进行自底向上的估算时,必须对任务的时间和资源进行确定,然后把资源转换为所需要的经费。这个转换有时候需要进行某些修正(比如,学习曲线等),而且要与管理层一致。如果不一致,那么需要进行协商和沟通来保证估算的精度。所有任务的估算的总和再加上间接成本,如管理费用等,就是项目完成所需要的估算值。

自底向上的估算的主要优点是在任务和子任务上的估算更为精确,这是由于项目实施人员更了解每个子任务所需要的资源。这种方法也能够避免项目实施人员和管理层所估算值的不满和对立。

自底向上估算精确的前提条件是项目实施人员对所做的子任务的了解和精通上。但在信息系统项目中,情况并非总是这样。这一方面是由于信息技术的突飞猛进,信息系统的建设人员必须不断学习,而且信息系统可能包括多种技术,每种技术使用的范围和广度也不同。比如,把一个普通的数据输入界面交给一个程序员,他没有意识到这个输入界面是和数据库相联系的,那么他的估算可能非常低。如果更糟,他根本不了解数据库和 SQL 的知识,那么他的估算无论如何也难以准确。

这种方式的估算的关键是要保证所有的项目任务都要涉及,这一点也相当困难。另外,由于进行估算的项目实施人员会认为管理层会按照比例削减自己所估算的成本需要,或者出于安全的估计,他们会高估自己任务所需要的成本,而这必然导致总体成本的高估。管理层会认为需要削减,削减证实了估算人员的估计,这样,所有的项目估算参与人员就陷入了一个怪圈。

对于传统的项目,自底向上的估算相当少见。即使是信息系统这样的定制化很强的

项目, 管理层也不会使用这样的成本估算, 很多时候, 他们能够听取一点项目实施人员的估计意见就已经很不错了。

如图 18-4 所示为自底向上的项目成本估算的例子。

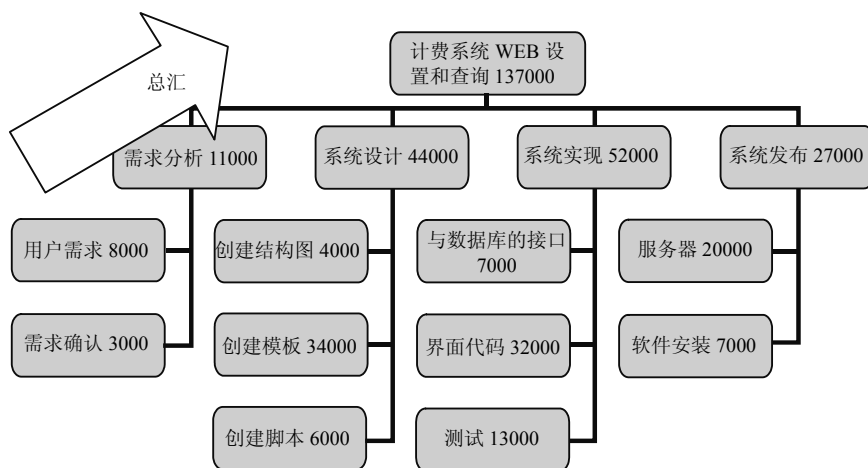


图 18-4 自底向上的项目成本估算的例子

## 18.2.4 估算中的协商

显然, 无论采用自顶向下和自底向上的估算方法, 管理层和项目执行人对任务的执行所需要的资源和资金都有自己的估算。一般来说, 在实际中管理层的估算总是要比项目执行人乐观一些。首先管理层往往不了解工作的细节, 容易低估工作中可能遇到的实际困难和问题。其次是管理层会一厢情愿地估计任务的成本, 以适应市场或者上层管理者的要求。而作为项目的实际执行者, 则由于保险起见, 倾向于高估项目的成本。

管理层和项目执行者之间的协商能够把双方的估计成本拉近, 双方越坦诚, 那么双方的成本估算就越接近。不幸的是, 许多组织管理层和项目执行者在项目的成本估算上从来不进行协商和沟通, 管理层估算项目的成本, 这个估算值在执行的过程中不断突破, 直到管理层对成本的提高忍无可忍, 最后甚至取消项目。对于信息系统项目, 由于最主要的成本之一是人力资源, 据统计, 优秀的程序员和普通程序员的效率可达到 10:1, 如果管理层完全按照最优秀的程序员的效率进行项目成本估算, 那么就很难和程序员的项目成本估算相一致了。

如果在进行了有效的沟通和协商之后, 管理层和项目执行人的估算值可能仍然相差较大, 那么对于信息系统项目而言, 应该充分考虑项目执行人的估算。这是因为信息系统项目的建设有如下特点: 在项目开始前一段时间, 项目投资人所投入的资金和资源不能产生多少效益, 而到了项目的后期, 各个子系统的相继成型, 项目投资人所继续投入的资金和资源则能立即产生效益, 如果这时候由于成本超出了估算而停止投入, 那么信

息系统项目可能一事无成。而对于其他一些项目后期所产生的效益并不明显的项目，即使采用管理层的估算值，当项目后期超出成本估算而减少投入时，项目的损失相对信息系统项目类型的项目而言较少，项目执行人也比较能够接受。

如图 18-5 所示为信息系统的成本投入与产品的时间线上的关系。

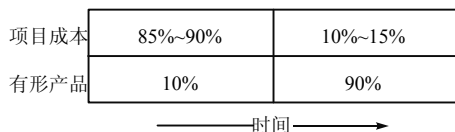


图 18-5 信息系统的成本投入和产品的时间线上的关系

项目估算中这种协商非常重要，信息系统项目中如果没有这种协商，经常会出现管理层会不断指责项目组总是超出成本估算（交付日期的不断推延是信息系统项目成本不断超支的重要原因），而项目组成员则面对管理层的压力，如果能用辛勤和汗水在成本估算的范围内完成项目就已经是非常幸运了。

### 18.2.5 最小、最大和最有可能的估算

面对信息系统项目开发建设过程中的许多不确定因素，无论是经验丰富的实践家还是满腹经纶的理论家，在项目开始实施之前，都不可能做到准确的估算。所有在信息系统项目的成本估算中，常常采用带有范围的估算，即给出项目的最小成本估算，最大成本估算和最有可能的成本估算。这三个值作为项目的出资人或者管理层项目决策的参考。如果项目的最小成本估算也要比组织能够提供的要多得多，那么项目就必须进行重新估计和判断。

在实践中，管理层往往不喜欢接受这样的估算方式，他们认为这种估算是不负责任和难以确定的。管理层希望项目负责人能够给出确定的估算成本，这个时候项目管理员往往迫于压力，或者不知道如何与管理层沟通，而被迫给出一个让管理层满意的估算值。这样做的结果是往往把项目管理员自己推上了一条绝路：为了给管理层满意的估算值，项目管理员的估算就必须进行乐观的估计，可在信息系统项目实施的过程中，有些困难所需要的成本，有些风险和项目人员的离职给项目带来的成本增加，往往远远大于项目管理员的乐观估算。项目管理员应该坦率地与管理层沟通，把自己乐观的估计、悲观的估计和最有可能的估计所依据的原因提交给管理层，让管理层对当前的信息系统项目的成本估算有全面的了解，同时让管理层知道，这种估算有一个逐渐细化的过程，争取管理层的支持。表 18-5 列出项目估算的最小值、最大值和最有可能值的一个例子。



表 18-5 项目估算的最小值、最大值和最有可能值

成本因素	最小成本估算	最大成本估算	最有可能成本估算
服务器（固定值）			12000
软件许可（固定值）			11000
系统设计	7000	15000	9000
系统实现	20000	36000	27000
集成测试与调试	14000	37000	20000
文档	3000	9000	5000

### 18.2.6 按照阶段的估算

许多信息系统项目产品的复杂性决定了有些项目无法准确地估算整个项目的成本，很多时候，项目是否能够成功都是一个问题。这时候，也并非对项目成本估算无路可走，可以采用按照阶段估算的方式。

但是客户有时候并不能接受这种估算方式，对于客户而言，需要对整个项目的成本估算进行项目的成本受益分析。这种方式对客户的好处在于客户可能在每个阶段来考察项目的进行情况和成本使用情况，以决定项目是否继续进行。

在需求定义之前，往往无法给出信息系统项目的有意义的估算值，这时候只能根据已往同类项目的经验和对项目范围的主观估计来给出项目成本估算。而进行了需求定义之后，在系统分析之前，要给出比较确定的成本估算范围。在系统分析过程之后，项目管理员就可以给管理层或者用户一个较为精确的成本估算范围。如图 18-6 所示为估算的各阶段的收敛曲线。

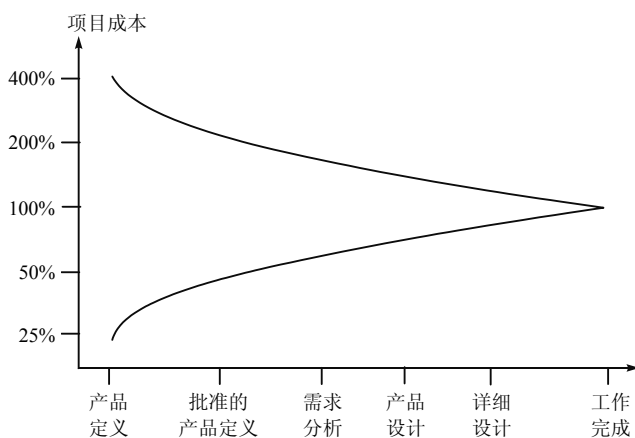


图 18-6 估算的收敛曲线

还有一种称为“滚坡”或者是“移动窗口”的估算方法，这种方法对项目的不同部

分进行不同级别上的估算。最近的项目工作由于比较明确，在工作分解结构的第 5 层，即工作包的层次上进行项目成本估算，而以后的一些工作由于是建立在当前工作的完成情况的基础上的，当前无法在详细的层次上进行项目的成本估算，就在工作分解结构的较高层次进行成本估算。但经过一段时间的工作，一些原来不明确的未来工作变动明确了，然后再进行低层次的成本估算。这样，在项目的执行过程中，就形成了一个在工作分解结构的工作包层次进行项目成本估算的“窗口”，由于这个窗口不断向后移动，所以称为“移动窗口”估算方法，如图 18-7 所示。

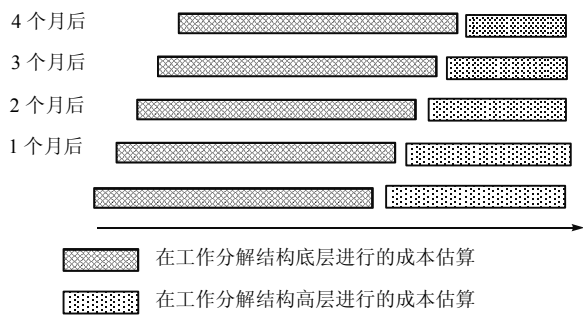


图 18-7 “移动窗口”估算方法

对于信息系统项目，不仅需要考虑项目实施过程中的成本，还需要考虑项目后期的支持维护的成本，现在快速软件开发技术能有效提高信息系统的开发效率，但对项目的维护和支持并没有太多的帮助。而面向对象技术、设计模式等技术试图在设计中包容变化的可能，从而减少项目后期由于项目范围变更引起的修改。而从单机、客户/服务方式，再发展到多层结构和浏览器/服务器方式，都在试图减少信息系统项目的维护成本。这些技术和结构的发展都是基于信息系统的支持维护成本非常高这个特点的。表 18-6 所列为各阶段典型费用。

表 18-6 各阶段典型费用

阶 段	典型费用
需求定义	¥100～¥1000
编码和单元测试	>¥1000
系统测试	¥7000～¥8000
支持和维护	难以估计

信息系统项目不同实现方案的研发成本可能差别不大，但是有着截然不同的维护成本，如果项目的成本估算不考虑维护成本，那么可能会导致项目后期的高成本支出，而到了项目的后期，就无法修正这种状态了。

全生命周期成本关注项目的整个周期内的全部成本支出，不仅包括通常大家所熟知

的研发成本，也要包括项目产品的生产、作业、支持和维护中所需要的成本。许多组织倾向于在项目的前期投入较少的成本，遗憾的是，对于信息系统项目而言，在项目的前期工作中，对需求分析和系统分析投入较少的成本，那么设计错误和需求错误都会给项目后期的集成测试和维护带来很多的额外工作，极大地提高项目的总体成本。

### 18.2.7 估算的依据

项目的成本估算可以依据工程经验、参数统计、类似系统的成本和专家意见来进行，如表 18-7 所示。

表 18-7 估算方法比较

估算技术	优 点	缺 点
工程估算（经验）	是最详细、最准确的估算，能够为项目变化进行估算，提供最好的估算基础	需要详细的项目生产和定义资料 消耗时间和资源最多 对系统的整合成本可能估计不足
参数估计（统计）	简单，成本低 在详细设计之前就可以进行 统计数据的基础能够提供预期范围	受有限的数据影响
类似子系统估算	相对简单，成本低 只估计变化的部分 对相似的系统准确性较高	要求项目相似 只适用于稳定的技术实现
专家意见	在数据不足等情况下可以采用	专家有偏见和局限性 估算往往不是定量的

使用模型是一种常见的估算依据，比如，一个普通的程序员需要两天来完成一个输入窗口的程序就是一个最简单的参数模型。如果是使用和当前项目类似的项目的模型，而且建立模型的数据准确，那么使用参数模型的可靠性就相对较高。

COCOMO（Constructive Cost Model）是一种在信息系统中常用的模型，它基于功能点和代码行数来进行项目的成本估算。COCOMO2 是一种新的、计算机化的模型，利用它能够估算项目的成本、资源和进度。

## 18.3 项目成本预算

### 18.3.1 直接成本和间接成本

表 18-8 列出了信息系统项目成本的组成。

表 18-8 信息系统项目成本的组成

类 别	说 明
工资成本	企业的固定支出
硬件成本	服务器、打印机、工作站、线材
软件成本	软件许可证、下载补丁
旅行和住宿	飞机、宾馆、汽油
管理、支持成本	个人、资金和法律支持
培训成本	用户培训、基于计算机的培训，培训计划
系统文档成本	手册、规则和过程说明、在线文档
家具成本	工作空间、工作台

作为成本预算，我们先来进行一个最为简单的预算。假设我们有一个任务，这个项目需要一个程序员进行一天的劳动，作为简化的试验，这里不需要其他资源。

首先，我们知道这个程序员的月工资是 3 300 元，那么折算到他一天的工资是 150 元。这个是最明显的成本，但对于组织来说，对一个职员的成本并不仅仅是工资，还要包括为职员提供的保险、培训等，假设这些都被仔细地计算过后，这个程序员每天的成本是 180 元。

在这个最简单的预算例子中，我们没有考虑这些问题：信息系统的任务有时候很难确定时间，一天完成的是否能够真正在一天内完成，或者在一天内完成是否会给以后的维护带来特别困难，这些都直接对项目成本带来影响。还有，在这个例子中，我们只考虑了项目的直接成本，对于项目的间接成本则没有考虑。

在信息系统项目中，人力资源的成本是最主要的项目成本之一。为了进行人力资源成本的预算，必须根据工作分解结构的分解，确定每一项的工作包所需要的人力资源 and 占有时间，再根据不同类型的人力资源成本对每个工作包所需要的人力资源成本进行计算，最后把所有工作包的人力资源成本进行汇总，才能得到项目总的人力资源成本。

对于许多项目，直接成本还包括采购原材料的成本，而且这项成本是项目成本的主要组成部分。如果是网络安装和集成的信息系统项目，采购服务器、网络设备和线材都是项目成本的主要组成部分，如图 18-8 所示。

在进行项目预算时，除了要考虑项目的直接成本，还要考虑其间接成本和一些对成本有影响的其他因素，可能包括以下一些：

**（1）非直接成本。**包括租金、保险和其他管理费用。例如：如果项目中有些任务是项目组成员在项目期限内无法完成的，那么就可能需要项目进行项目的外包或者聘请专业的顾问。如果项目进行需要专门的工具或者设备，而采购这些设备并非明智，那么采用租用的方式就必须付租金。

**（2）隐没成本。**隐没成本是当前项目的以前尝试已经发生过的成本。比如，一个系统的上一次失败的产品花费了 250 000 元，那么这 25 000 元就是为同一个系统的下一个项目的隐没成本。考虑到已经投入了许多的成本，人们往往不再愿意继续投入，但是

在项目选择时，隐没成本应该被忘记，不应该成为项目选择的理由。

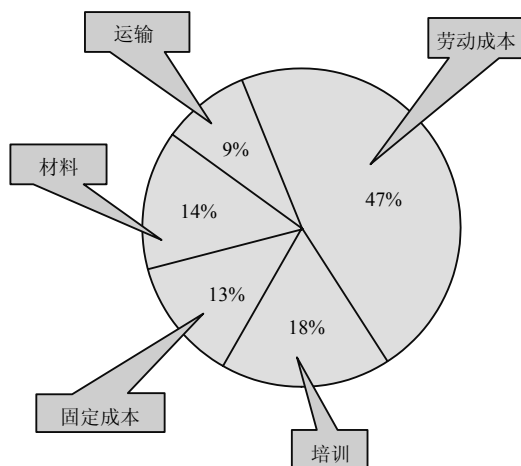


图 18-8 项目成本分布

**(3) 学习曲线。**如果在信息系统项目中采用了项目组成员未使用过的技术和方法，那么在使用这些技术和方法的初期，项目组成员有一个学习的过程，许多时间和劳动投入到尝试和试验中。这些尝试和试验会增加项目的成本。同样，对于项目组从未从事的项目要比对原有项目的升级的成本高得多，也是由于项目组必须学习新的行业的术语、原理和流程。

**(4) 项目完成的时限。**一般来说，项目需要完成的时限越短，那么项目完成的成本就越高，压缩信息系统的交付日期不仅要支付项目组成员的加班费用，而且如果过于压缩进度，项目组可能在设计和测试上就会减少投入，项目的风险会提高。

**(5) 质量要求。**显然，项目的成本估算中要根据产品的质量要求的不同而不同。登月火箭的控制软件和微波炉的控制软件不但完成的功能不同，而且质量要求也大相径庭，其成本估算自然有很大的差异。

**(6) 保留。**保留是为风险和未预料的情况而准备的预留成本。遗憾的是，有时候管理层和客户会把保留的成本进行削减。没有保留，将使得项目的抗风险能力降低。

表 18-9 给出了简单的项目成本预算包含项目的示意图。

表 18-9 简单的项目成本预算包含项目示意图

项目名称:			
成本因素	使用时间	使用数量	预算成本
人力资源:			
1. 项目组			
2. 外包			
3. 聘请顾问			

续表

项目名称:			
成本因素	使用时间	使用数量	预算成本
原材料 1. 服务器 2. 网络交换机 4. 网线 .....			
租用 1. 2. 3.			
其他 1. 购买调试软件 2.			

18.3.2 零基准预算

零基准的预算是指在项目预算中，并不以过去的同类相似的项目成本作为成本预算的基准，然后根据项目之间的规模、性质、质量要求、工期要求等不同，对基准进行调节来对新的项目进行成本预算。而是项目以零作为基准，估计所有的工作任务的成本。

比如，如果一个组织在上一个 Web 查询应用项目中，成本是 15 000 元。现在有一个新的 Web 查询应用项目，那么对比两个项目之间的差距，如果新的项目范围估计要扩大 20%，那么成本预算可以在 15 000 元的基础上增加 20%。而零基准的成本预算却不能这样在过去的項目基础上进行增加。这种成本预算的方法必须以零作为基准。零基准的预算的主要目标是减少浪费，避免一些实际上没有继续存在必要的成本支出由于预算人员的惰性或者疏忽而继续在新的项目存在。

零基准预算通常用于一系列的项目，或整个组织和时间跨度为几年的项目。

零基准预算由于它不利用以前的类似的项目的成本作为经验值，看起来是要把以前曾经做过的工作再做一次预算。另外，由于零基准预算对于每一种预算单位的存在都提出了质疑，它的威胁使得在预算过程中，许多组织内部组成部分把自己在项目成本中的存在作为第一任务，以免被认为是不再需要的成本预算而在新项目中被取消。

18.3.3 购买还是自己制作

为了提交项目的可交付成果，需要许多的中间产品和支持产品，这些产品既可以由

组织自己生产，也可以向其他组织购买。如何选择，对于组织来说，是一个经济问题。组织要对比购买和自己制作之间的成本和受益的差别，做出综合性的判断，如表 18-10 所列。

表 18-10 购买与自己制作

购买的原因	自己制作的原因
比自己制作价格低	比购买价格低
员工无自己制作的能力	项目组可学习新的技术
项目组只要关注项目可交付成果	项目允许关注其他方面
更高的可控制性	较少的工作

除了购买，外包部分可交付成果和中间产品也是项目中常用的一种方式。值得注意的是，无论是外包还是购买，除了考虑成本预算方面的要求，还有就是需要对外包的风险进行控制。

如图 18-9 所示为自己制作工具的示意图。



图 18-9 自己制作工具

### 18.3.4 累加预算成本

在项目预算中，每一个工作包都有自己的成本预算和进度计划，根据这些数据，能够确定在某个时间点上的项目所需要的资源和成本，把这个时间点以前的所有成本累加的值，称为累加预算成本。表 18-11 为一个信息系统项目的累加预算成本。图 18-10 为成本分布图。

根据累加预算成本可以绘制累加预算成本曲线，如图 18-11 所示。

累加预算成本是进行成本控制的重要依据，在项目执行的过程中，需要不断将累加预算成本和实际成本相比较，判断当前项目是否存在成本偏差。

表 18-11 一个信息系统项目的累加预算成本表

时间 工作任务	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	总计
需求调查	10	8	1								19
系统分析			20	30	5						55
系统实现					30	30	60	20			140
集成测试								3	3	1	7
总计	10	8	21	30	35	30	60	23	3	1	221

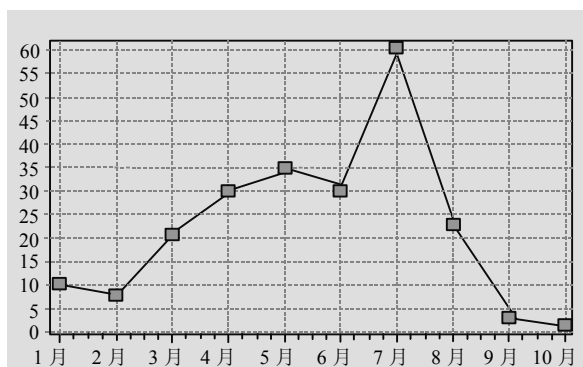


图 18-10 成本分布图

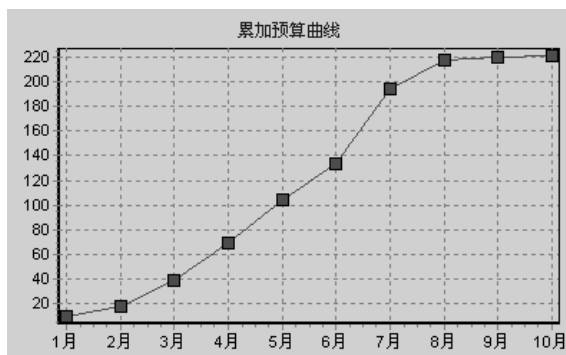


图 18-11 累加预算曲线

## 18.4 项目成本控制

项目成本控制必须和项目进度结合起来才能进行有效的控制。费用控制必须监督费用实施情况，发现实际费用和成本计划的偏差，并找出偏差的原因，阻止不正确、不合理和未经批准的费用变更。



进行成本控制必须依据费用基准、进展报告、变更请求和费用管理计划。

### 18.4.1 实际成本

项目实际开始实施后,就不断地消耗资金,所有雇员的工资、购买的原材料、管理成本等,这些支出的总和是项目当前的实际成本。由于支付方式的不同,不同的支出发生的时间不同:有些在项目实施过程中要使用的原材料,是在项目的开始阶段一次性支付购买的;有的是项目结束后才支付的;有的是随着项目的进行渐进支付的。一般来说,在进行项目实际成本和预算成本计算时,是按照实际使用的时间开始分摊计算的。

例如,项目聘请了一名执行顾问,聘请协议规定顾问在项目需求分析时开始工作,在编码开始一个月之后结束,每月的佣金为 10000 元,在项目完成后一次付清。实际上该顾问一共工作了 6 个月,然后过 6 个月项目完成后付了佣金。虽然这个佣金发生在项目的最后,但在计算项目的实际成本时,应该分别记在头 6 个月中。表 18-12 给出实际成本的示意表。

表 18-12 实际成本示意表

类 别	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
工资成本	100000	100000	190000	340000	170000	320000
硬件成本	1000	1000	1000	1000	1000	1000
软件成本	500	500	500	500	500	500
旅行和住宿	3500	3500	7500	12500	4500	12500
管理、支持成本	2000	5000	7000	2000	1000	1000
培训成本						
系统文档成本						
家具成本	3000	3000	4000	3000	3000	3000
总计	110000	110000	210000	360000	180000	340000

根据会计报表,可以得到累加预算成本和实际成本的对比表,如表 18-13 所示。表 18-13 中,上面一排数字表示累加预算成本,下面的数字表示实际成本。

表 18-13 累加预算成本和实际成本

时间 工作任务	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	总计
需求调查	10	8	1								19
	11	11	2	1							25
系统分析			20	30	5						55
			19	35	8	2					64

续表

时间 工作任务	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	总计
系统实现					30 10	30 32	60	20			140
集成测试								3	3	1	7
总计	10 11	8 11	21 21	30 36	35 18	30 34	60	23	3	1	221

根据累加预算成本和实际成本也能够绘制曲线，如图 18-12 所示。

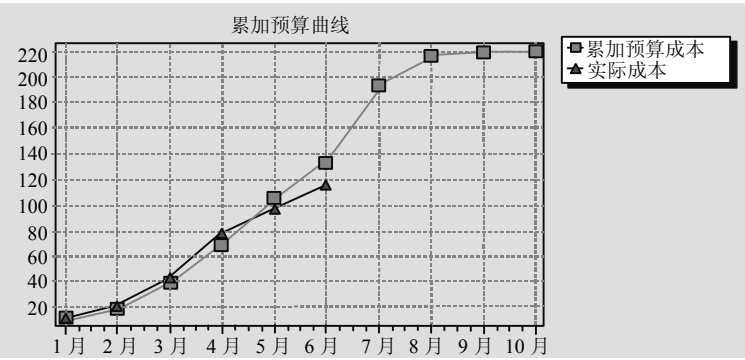


图 18-12 累加预算曲线和实际成本曲线

18.4.2 成本偏差和挣值法

偏差控制法是在计划成本的基础上，找出计划成本和实际成本之间的偏差，并分析产生偏差的原因和发展趋势，制订需要采取的减少或者消除偏差的方法。

表 18-14 给出三种偏差及其含义。

表 18-14 三种偏差及其含义

名 称	含 义
实际偏差	项目的预算成本和实际成本之间的差异
计划偏差	项目的计划成本和预算成本之间的差异
目标偏差	项目的计划成本和实际成本之间的差异

其中，计划偏差在制订了成本计划后一般不再改变。

在项目实施过程中，应定期计算目标偏差。如果有必要，还可以以时间为横坐标，目标偏差为纵坐标做出目标偏差时间曲线，用于判断成本偏差的变化趋势。如果实际成

本低于计划成本,那么可能说明项目没有出现成本问题,可惜对于信息系统项目,这种情况很少出现。而且,如上一小节的例子中,在 6 月时实际成本要比累加预算成本小,这也可能是项目进度的推迟造成的,由于开始系统开发时程序员未完全到位,所以在 5 月时实际成本只是预算成本的一半。

所以在实践中,还需要引入当前完成项目的进度占总进度的多少这样的概念,通过累加预算成本、实际成本和这个值一起来对项目的进度和估算进行综合分析,当这样做时,项目的进度和成本偏差能够同时被发现。这时,通常使用挣值法进行分析。

挣值法不是非常容易理解,但它是监视和报告项目进展情况的必要工具。简单地说,挣值法能够监视、跟踪和报告项目的进度和成本情况,它不仅适用于大型项目,同样适用于中型项目和小型项目。

挣值法中的基本概念如表 18-15 所示。

表 18-15 挣值法中的基本概念

名 称	英文名称和缩写	意 义
计划值	Planned Value (PV)	计划工作分配的经批准的预算
实际成本	Actual Cost (AC)	在给定时段内,实际的花费
挣值	Earned Value (EV)	在给定的某个时间段,实际完成的工作量。
完成工作预算	Budget at Completion (BAC)	整个项目的所有阶段的预算的总和,也就是整个项目成本的预算值

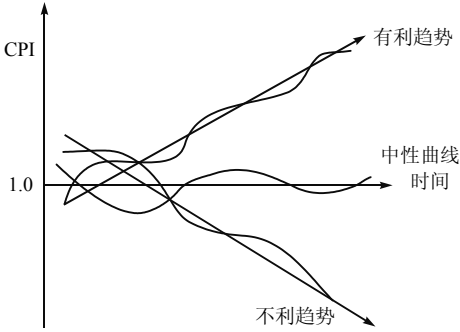
刚刚接触挣值法时,笔者确实被这三个值的定义迷惑了好一段时间。基于此,在前面用了比较多的篇幅来说明累加预算成本和实际成本,并指出仅仅依靠这两个值对项目成本偏差判断的局限性,是希望这样能够使读者更容易地理解这些概念。

通过这三个值,项目管理者能够清楚地辨别项目的进度和成本是否存在偏差,主要利用表 18-16 中的公式。图 18-12 所示为 PV、AC、EV 曲线。

了解了计划值、实际成本和挣值这些概念,然后把上面的例子的数据的已完成工作预算加入到曲线中,再结合公式的计算,就一目了然了,如图 18-13 所示,在当前的 6 月份,圆形表示已完成工作预算成本要比方格表示的计划工作预算成本要少,这说明当前项目工作进度落后。而三角形表示已完成工作实际成本要比圆形表示的已完成工作预算成本要高,这表示当前项目成本超支。这个项目不但进度落后,而且成本也超支,项目管理者就必须立即采取措施。

对挣值法的作用还有争议,支持者认为它是能够防止意外的最可行的工具,而有些观点认为挣值法花费的代价太高。

表 18-16 计算成本是否存在偏差的公式

名 称	计算公式	说 明
成本偏差 CV	$EV-AC$	成本偏差是计算对于当前完成的工作，预算的成本和实际成本的差值 如果这个值大于 0，则表示项目到目前没有超支 如果这个值小于 0，则表示项目到目前已经超支
进度偏差 SV	$EV-PV$	通过当前时间实际完成的工作的预算成本和当前时间的计划工作的预算成本的差，可以知道项目的进度情况。详细内容请查看进度管理的相关内容
成本执行指数（CPI）	$EC/AC$	指工作完成的效率 如果 $CPI>1$ ，那么说明表现很好，没有超支 如果 $CPI<1$ ，说明已经超支 常用于趋势分析。由于需要花费时间来进行调整，所以仅对长期工程有效 
最终估算成本 EAC	$AC+ETC$	如果项目的成本偏差是线性的，我们可以这样估计到项目结束时所需的成本：根据当前完成的工作中，实际成本和预算成本的比率乘以预算最终成本 这种估计很难说是准确的

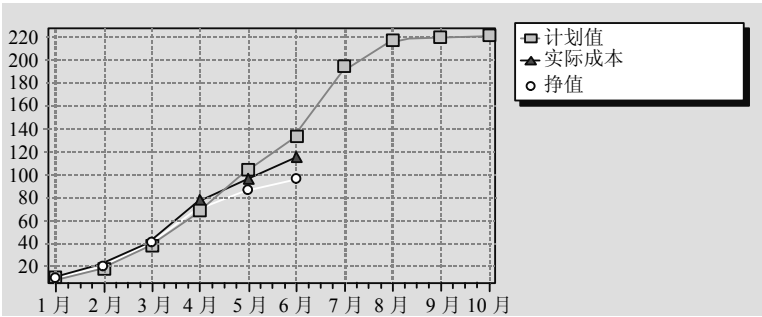


图 18-13 PV、AC、EV 曲线

在实际的项目中，利用挣值法能够得到多种情况，每种情况有着不同的含义，如表 18-17 所示。

表 18-17 各种情况分析

序号	计划值	实际成本	挣 值	成本 偏差	进度 偏差	分 析
1	400	400	400	0	0	理想情况，一切按照计划进行
2	400	300	200	-100	-200	可能是最糟糕的情况之一，进度落后，成本超支 如果在实际成本少于计划成本的 50% 时更糟
3	400	200	300	100	-100	令人满意的是工作执行效率高，成本比预期的要低 令人不满意的是进度落后了
4	400	300	300	0	-100	进度落后，所幸成本还在计划范围之内
5	400	400	300	-100	-100	虽然成本和计划一致，但由于进度慢了 25%，所有项目 执行的效率是计划的 75%
6	400	400	500	100	100	有利情况，进度提前了 25%，而成本仍然在计划之内
7	400	500	500	0	100	工作提前，成本仍然在预算范围内
8	400	300	400	100	0	工作进度和计划相符，而且节约了成本
9	400	500	400	-100	0	工作进度和计划相符，但是成本超支
10	400	500	300	-200	-100	最糟糕的情况。成本不但超出了预算，也超出了计划， 而工作进度也落后
11	400	300	500	200	100	进度提前，而且成本低于计划，虽然这未必值得庆贺， 但项目出现盈余的可能性很大
12	400	600	500	-100	100	进度提前，但是成本超出了预算。最后要么成本超支， 要么进度落后
13	400	500	600	100	200	看起来是成本超出了计划，但实际上并没有超出预算， 项目进度也提前了，这也是一种好状况

### 18.4.3 控制成本

先来看一下实践中项目成本失控的主要原因：

(1) **缺乏计划**。没有经过详细计划的信息系统，没有成本、范围、风险等计划都会造成项目的成本失控。有人认为，项目失败是失败在开始的时候。但是也应该意识到，没有能够完全计划的项目，特别是信息系统项目，当项目开始实施后，非常有可能有许多事务超出了计划的范畴。

(2) **目标不明**。虽然瞎猫可能碰到死耗子，但不会总是那么幸运。如果项目管理者无法清晰地描述项目目标，项目成本失控就已经开始了。

(3) **范围蔓延**。信息系统的建设过程中，范围蔓延非常常见。信息系统项目往往在项目启动、计划、执行、甚至收尾时不断加入新功能，无论是客户的要求还是项目实施人员对新技术的试验，都可能导致信息系统项目成本的失控。

(4) **缺乏领导力**。缺乏领导力的项目领导者无法领导项目走向成功，也无法控制

项目成本。

当出现成本偏差时，如果偏差超出了允许的限度，就要找出项目成本偏差的原因。可以将成本偏差的原因归纳为几个因素，然后计算各个因素对成本偏差程度的影响，判断哪个因素是造成成本偏差的主要因素。或者把总成本分解成几个分项成本，通过总成本和分项成本的比较，找出是哪个分项成本造成了成本偏差。表 18-18 是项目成本偏差分析报告示例。

表 18-18 项目成本偏差分析报告

项目名称:						
工作分解结构:				日期:		
成本执行数据			偏差	剩余工作完成估算		
PV	EV	AC		预算	估算	偏差
问题产生原因和影响:						
纠正措施和期望恢复日期:						

在找出成本偏差的原因后，必须采取相应的措施，减少成本偏差，把成本控制在计划的范围内，保证目标成本的实现或者修改目标成本。

控制成本一般考虑两种活动，一种是当前正在进行的活动。如果出现了成本偏差，项目管理者不能指望着后面的活动会自动减少成本来减少成本偏差，纠正措施越晚，那么纠正的可能性就越小，项目成本偏差就可能越来越大。图 18-14 所示为降低成本的机会曲线。

另一种是成本预算偏大的活动，显然把一个 10 万元预算的活动削减 10%所起的作用也比完全砍掉一个预算为 100 元的活动大得多。成本预算越大，可以进行调节的空间和效果也越大。

降低成本最有效的方法是减少项目的可交付成果，或者交付质量略低的可交付成果。有时，稍微降低要求的可交付成果能给信息系统项目节约大量的成本。这样做的主要困难是必须和用户进行协商，用户显然不会愿意接受这样的做法。可见，使用这种方法，要挑选那些用户觉得并不重要的可交付成果。有经验的项目管理者在项目的初期就会和用户协商好哪些是不特别重要的、具备修饰性的可交付成果，并声明这些可交付成果将在项目组有剩余的时间和资源时完成。

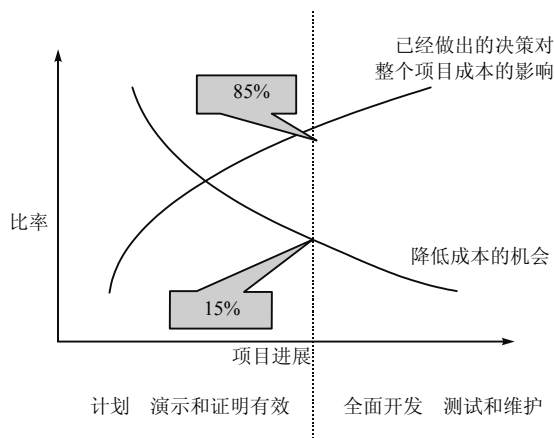


图 18-14 降低成本的机会曲线

其他降低成本的方式有使用低价的原材料代替高价的原材料，这就要冒项目产品质量可能无法达到要求的风险，还可以设法提高劳动生产率，比如，使用自动测试工具、请组织内的专家协助提高效率等。

如果偏差很大，那么就算是让事情变得不会更糟的努力也是必要的。

如果发现无论如何进行调整都无法满足项目的成本计划，虽然对管理层来说修改目标成本往往被视为项目的失控，也必须面对现实，修改项目的目标成本。图 18-15 所示为项目的两种演变方式。

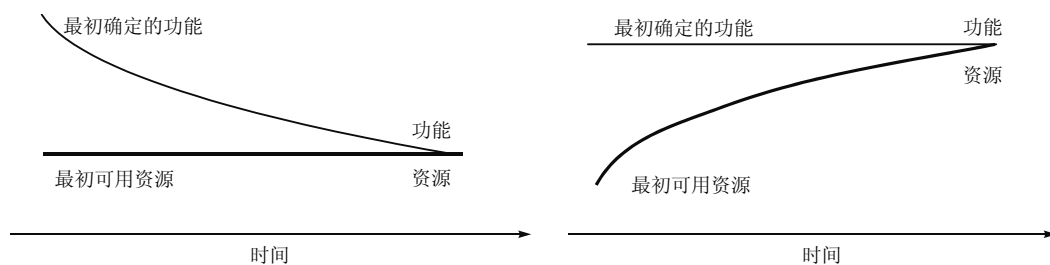


图 18-15 项目的两种演变方式

#### 18.4.4 项目完成成本再预测

项目出现成本偏差，意味着原来的成本预算出现了问题，已完成工作的预算成本和实际成本不相符。这必然会对项目的总体实际成本带来影响，这时需要重新估算项目的成本。这个重新估算的成本也称为最终估算成本（Estimate at Completion, EAC）。

再次进行预算的方法有以下三种。

第一种方法认为项目日后的工作将与以前的工作效率相同，未完成工作的实际成本和未完成工作预算的比例与已完成工作的实际成本和预算的比率相同。

$$EAC=(AC/EV) \times BAC$$

第二种方法是假定未完成的工作的效率和已完成的工作的效率没有什么关系,对未完成的工作,依然使用原理的预算值,那么,对于最终估算成本就是已完成工作的实际成本加上未完成工作的预算成本:

$$EAC=AC+(BAC-EV)$$

第三种方法是重新对未完成的工作进行预算工作,这需要一定的工作量。当使用这种方法时,实际上是对计划中的成本预算的否定,认为需要重新做预算。

$$EAC=AC+\text{重新进行的成本预算}$$

这里举一个非常简单的例子。某个项目涉及对 10 面墙进行油漆,项目计划在 10 天内完成,总体预算是 1000 元,每面墙的平均成本是 100 元。

项目进行到了第 5 天,实际成本是 400 元。显然,在看了书中的内容我们可以知道,仅仅依靠这些信息我们无法知道项目是否超支。如果这时进行了 3 面墙的油漆,我们可以计算在第 5 天项目的各种指标数据如下。

计划值(PV):  $100 \times 5 = 500$  (元)

实际成本(AC): 400 (元)

挣值(EV):  $3 \times 100 = 300$  (元)

偏差数据如下。

成本偏差(CV):  $EV - AC = -100$  (元)

成本偏差率:  $CV/EV = -100/300$

进度偏差:  $EV - PV = 300 - 500 = -200$  (元)

成本执行指数(CPI):  $EV/AC = 300/400$

从指标数据可以看出,这个项目与许多信息系统项目一样,不但进度落后,而且成本超支。

这时,为了降低项目成本,可以采用把原来油漆两遍改为油漆一遍,采购更便宜的油漆等措施来降低成本。

对于剩下的工作的成本预算,三种方法得出的结论也各不相同。

采用认为剩下工作的效率和已完成的工作的效率相同,则:

$$\begin{aligned} EAC &= (AC/EV) \times BAC \\ &= (400/300) \times 1000 \\ &= 1333 \text{ (元)} \end{aligned}$$

采用认为剩下工作的效率和已完成的工作效率无关时,则:

$$\begin{aligned} EAC &= AC + (BAC - EV) \\ &= 400 + (1000 - 300) \\ &= 1100 \text{ (元)} \end{aligned}$$

采用重新对剩下的工作进行预算时,如果项目组从组织内得到了一台自动油漆混合



设备和一台自动升降机，可以极大地提高效率，减少人工成本，使得每面墙的成本预算有望降为 70 元，则新的预算为：

$$\begin{aligned} \text{EAC} &= \text{AC} + \text{未完成工作新的成本估算值} \\ &= 400 + 7 \times 70 \\ &= 890 \text{ (元)} \end{aligned}$$

下面介绍两种计算 ETC 的方法。

#### 1. 非典型的偏差计算 ETC

如果当前的偏差不再继续，那我们就叫它非典型偏差。这种方法的计算公式为：

$$\text{ETC} = \text{BAC} - \text{EV}$$

#### 2. 典型的偏差计算 ETC

如果当前的偏差继续，那我们就称它为典型偏差。这种方法的计算公式为：

$$\text{ETC} = (\text{BAC} - \text{EV}) / \text{CPI}$$

或者  $\text{EAC} = \text{BAC} / \text{CPI}$

# 第 19 章 项目质量管理

## 19.1 项目质量管理机制

### 19.1.1 项目质量管理概述

项目质量管理作为项目管理的一部分，具有非常重要的地位。项目质量管理的目的是通过执行项目质量管理过程和使用一些基本项目管理工具及技术来有力保证信息系统的质量。时间、成本、质量是项目管理的三大目标，如果质量不能满足要求，即使进度再快，成本再节省，项目也没有意义。

在项目管理中，质量与范围的模糊界定导致项目范围管理与项目质量管理工作也包含了相当大的交叉工作成分。信息系统项目实际工作中经常出现难以对具体某项工作做出清晰界定的情形，如配置管理工作事实上是围绕项目范围展开的项目管理工作，但一般倾向于认为它是质量控制和质量保证的手段，属于项目质量管理的范畴。此外，信息系统研发中的项目质量管理与组织级质量管理联系比较密切，但两者的区别也是很明显的，两者不可简单地互相替代。前者属于项目管理层面，而后者属于企业管理层面。

项目质量管理必须考虑项目管理和项目产品两个方面。在信息系统项目管理中，一般使用术语产品来涵盖信息系统产品与客户服务两者。因为在实际工作中，信息系统供应商往往需要为信息系统产品提供配套的客户服务，两者是作为一个整体提供给客户的。只要两者之一不符合质量要求，就会给项目干系人或客户带来严重的消极后果。

项目的实施过程也是质量的形成过程。质量并不是只存在于开发产品或项目实施起始阶段，也不只是在交付客户时才存在，而是关系到产品的整个生命周期，并涉及产品的各层面。项目生命周期的每个阶段（可行性研究、需求分析、系统设计、编码阶段、测试阶段、维护阶段等）都会有质量问题。在这一过程中，追求项目成果质量的主要目的就是开发出正确的产品及正确地开发产品。

项目的质量是通过项目生命周期传递给客户的。而在项目整个生命周期中，项目的工作不可避免地会出现失误。实践表明，在项目生命周期中，越早检测出的错误，改正错误所需花费的代价就越低。在设计、实现、使用阶段出现的质量问题所付出的成本一般存在这样一个比率 1 : 3 : 8。在信息系统行业，在信息系统使用阶段修正一个错误所花的成本，比在设计阶段发现并改正这个错误所需成本高出很多倍。据估算，有 40%

以上的信息系统错误发生在需求说明和设计阶段。

项目范围管理是确保项目包括成功完成项目所需的全部工作,但又只包括成功完成项目所必需的工作过程。它主要关心的是确定与控制哪些应该与哪些不应该包括在项目之内。而项目质量管理的一个关键是通过项目范围管理把隐含的需求转化为要求。

项目质量管理包括保证项目能满足原先规定的各项要求所需的过程,即“总体管理功能中决定质量方针、目标与责任的所有活动,并通过诸如规划质量管理、实施质量保证、控制质量等手段在质量体系内加以实施”。

图 19-1 概述了项目质量管理的每一个子过程。在信息系统项目管理师考试中,项目质量管理考查频率较高。

在上午卷的考查中,项目质量管理平均每次考查 5 分左右。主要考查的内容包括:规划质量管理的一些概念、输入、工具与技术。质量保证的相关概念、质量控制的相关概念及七种基本质量工具。

在下午卷的案例题中,虽然项目质量管理不是一个必考的章节,但是项目质量管理在近 10 次考试中出现了 3 次,所以可见这一个章节的案例题也不容忽视。案例题中主要会考查结合案例找出质量管理出现了哪些问题、如何进行质量改进,以及控制质量的工具与技术。

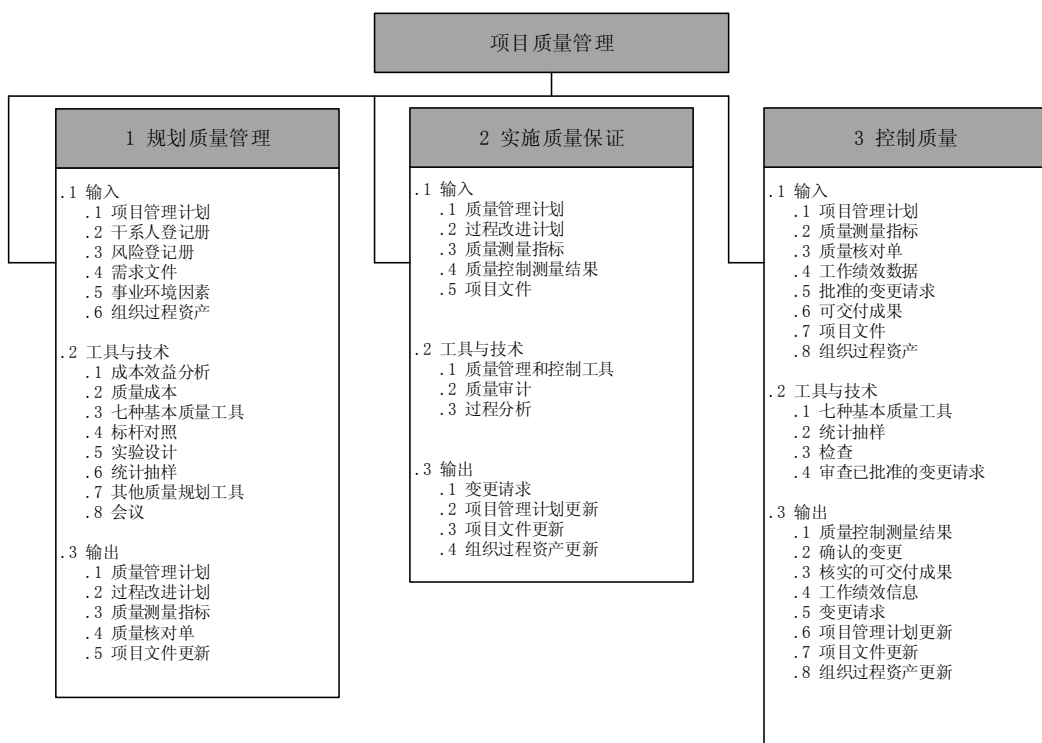


图 19-1 项目质量管理

项目质量管理一般包括规划质量管理、实施质量保证、控制质量三个过程。

**(1) 规划质量管理。**判断哪些质量标准与本项目相关，并决定应如何达到这些质量标准。信息系统项目的质量标准可能包括功能性、稳定性、经济性、生命力、适用性、可靠性、安全性指标、可维护性、移植性等信息系统产品指标和服务时间、服务能力、服务态度等客户服务指标。例如，可以设置标准，规定从帮助界面获得帮助响应需要多长时间、运送一个保修硬件的部件应当用多长时间。

**(2) 实施质量保证。**定期评估项目总体绩效，建立项目能达到相关质量标准的信心。该项目过程对项目的最终结果负责，而且还要对整个项目过程承担质量责任。高级管理层应强调全体员工在质量保证活动中发挥作用，尤其是高级管理者要发挥作用。

**(3) 控制质量。**监测项目的总体结果，判断它们是否符合相关质量标准，并找出如何消除不合格绩效的方法。对于信息系统项目，一般采用软件测试和配置管理等质量控制手段来有效控制信息系统产品质量，与传统制造行业常采用统计抽样、控制图等工具有很大区别。

### 19.1.2 规划质量管理

在项目质量计划编制过程中，重要的是确定每个独特信息系统项目的相关质量标准。把质量计划编制到项目产品和管理项目所涉及的过程之中。质量计划编制还包括以一种能理解的、完整的形式传达为确保质量而采取的纠正措施。在项目质量计划编制中，描述能够直接促成满足顾客需求的关键因素是很重要的。关于质量的组织政策、特定的项目范围说明书和产品描述，以及相关标准和准则都是质量计划编制过程的重要输入。质量计划编制的重要输出是质量管理计划和为确保整个项目生命周期质量的各种检查表。

由于质量计划编制指识别哪些质量标准适用于本项目，因此应当定期与其他项目规划过程结合进行。例如，为了满足已确认的质量标准要求而对项目产品所做变更可能要求对成本或进度进行调整，或者所希望的产品质量可能要求对某项已确认的问题做详细的风险分析。在 ISO 9000 系列制订之前，它被称为质量计划编制的诸项活动，曾作为质量保证的一部分，进行过广泛的讨论。

编制一份清晰的质量管理计划是实施项目质量管理的第一步，而一个清晰的质量管理计划首先需要明确以下两点：一是明确将采用的质量标准；二是明确质量目标。

在该过程中，质量政策和质量标准往往是编制质量管理计划的约束条件，它们来自项目组织之外。例如，质量政策可能来自项目执行组织高层的战略规划，质量标准可能来自强制性的行业标准或国家标准等。并不是说项目团队对于上述两方面无能为力，其实项目团队本身也可以在一定程度上对它们施加自己的影响，如通过功能分析和价值分析来对质量政策和质量标准进行权衡。另外，项目质量管理计划的编制必须结合信息系统项目的具体特征和组织自身的实际情况。时刻不能忘记的是：由于项目质量管理仅是项目管理这样一个大系统的子系统，所以编写项目质量计划时必须注意与其他知识领域

的协调。

现代质量管理的一项基本准则“质量是计划出来的，而不是检查出来的”是我们在项目质量管理工作中必须牢牢把握的。信息系统项目质量包括产品实体——信息系统和客户服务这两类特殊产品的质量。信息系统作为一种综合加工的产品，其质量是指适合某种规定的需求、满足客户要求所具备的质量特性程度。除一般产品所共有的衡量指标外，信息系统产品质量包括功能性、稳定性、经济性、生命力、适用性、可靠性、安全性指标、可维护性等信息系统产品指标和服务时间、服务能力、服务态度等客户服务指标。表 19-1 所示为某软件企业设置的信息系统质量评价指标。

表 19-1 某软件企业设置的信息系统质量评价指标

类 别	指 标	描 述
信息系统产品质量	功能性	信息系统执行其预定功能的程度
	稳定性	表现为信息系统的故障率多少
	经济性	时间经济性、资源经济性
	生命力	说明信息系统本身的寿命长短
	适用性	体现信息系统是不是能满足客户的需要
	可靠性	描述信息系统抗负载能力和抗攻击能力
	安全性指标	表现为保证使用及维护过程的安全性能
客户服务质量	可维护性	说明信息系统维护的容易程度，包括可移植性
	服务时间	指为用户服务主动、及时、准时、适时、周到的程度
	服务能力	指为用户服务时准确判断，迅速排除故障，以及指导用户使用产品的程度
	服务态度	指在服务过程中热情、诚恳、有礼貌、守信用、建立良好服务信誉的程度

服务是一种无形的产品，一般包括售前服务、售中服务和售后服务。服务质量是指信息系统供应商在销售前、销售中和销售后服务过程中满足用户需求的程度。在信息系统行业，服务质量特性一般包括服务时间、服务能力、服务态度等内容。信息系统项目由于技术含量高、影响突出、波及面大的特点，客户服务质量也是项目质量管理的主要内容之一。

由于人们对于产品质量的要求越来越高，测试工作就显得越来越重要。测试是用来验证信息系统产品是否能够完成所期望的功能的有效方法。很多信息系统供应商都非常重视对其提供的信息系统进行测试，甚至花费巨资购买商用的测试工具。在 IT 企业中，由于测试工作的重要程度和工作技术性强，一般把测试从质量管理职能分离出来，成立独立的测试部门。

信息系统的质量，既通过检查、审核等管理手段来保证，也需要单元测试、集成测试、系统测试等多种技术手段来保证。由于测试只是保证项目质量的技术手段，因此在信息系统项目管理中，可以把测试计划理解为项目质量管理计划的组成部分。表 19-2 提供了信息系统项目质量管理计划编制大纲。

表 19-2 信息系统项目质量管理计划编制大纲

1.1 引言
1.1.1 目的
本条必须指出特定的软件质量保证计划的具体目的，还必须指出该计划所针对的软件项目（及其所属的各个子项目）的名称和用途。
1.1.2 定义和缩写词
本条应该列出计划正文中需要解释的。而在 GB/T 11457 中尚未包含的术语的定义，必要时，还要给出这些定义的英文单词及其缩写词。
1.1.3 参考资料
本条必须列出计划正文中所引用资料的名称、代号、编号、出版机构和出版年月。
1.2 管理
必须描述负责软件质量保证的机构、任务及其有关的职责。
1.2.1 机构
本条必须描述与软件质量保证有关的机构的组成，还必须清楚地描述来自项目委托单位、项目承办单位、软件开发单位或用户中负责软件质量保证的各个成员有机构中的相互关系。
1.2.2 任务
本条必须描述计划涉及的软件生存周期中有关阶段的任务，特别把重点放在描述这些阶段所应进行的软件质量保证活动上。
1.2.3 职责
本条必须指明软件质量保证计划中规定的每一个负责单位或成员的责任。
1.3 文档
必须列出在该软件的开发、验证与确认，以及使用与维护等阶段中需要编制的文档，并描述对文档进行评审与检查的准则。
1.3.1 基本文档
1.3.2 其他文档
1.4 标准、条例和约定
1.5 评审和检查
1.6 软件配置管理
1.7 工具、技术和方法
1.8 媒体控制
1.9 对供货单位的控制
1.10 记录的收集、维护和保存

19.1.3 实施质量保证

在明确了项目的质量标准和质量目标之后，需要根据项目的具体情况，如用户需求、技术细节、产品特征，严格地实施流程和规范，以此保证项目按照流程和规范达到预先

设定的质量标准，并为质量检查、改进和提高提供具体的度量手段，使质量保证和控制有切实可行的依据。所有这些在质量系统内实施的活动都属于质量保证，质量保证的另一个目标是不断地改进质量。

实施质量保证指为项目符合相关质量标准要求树立信心，而在质量系统内部实施的各项有计划的系统活动中，质量保证应贯穿于项目的始终。质量保证往往由质量保证部门或项目管理部门提供，但并非必须由此类单位提供。质量保证可以分为内部质量保证和外部质量保证，内部质量保证由项目管理团队，以及实施组织的管理层实施，外部质量保证由客户和其他未实际参与项目工作的人们实施。

基准比较分析法（Bench Marking）是一种用于质量改进的技术，是将具体项目实践或产品特性与那些在项目实施组织内部或外部的其他项目或产品的相应特性进行比较，从而产生质量改进的思想。

实施质量保证的一个主要工具和技术是质量审计。质量审计是对特定管理活动进行结构化审查，找出问题以改进现在或将来项目的实施。质量审计可以是定期的，也可以是随时的，可由公司质量审计人员或在信息系统领域有专门知识的第三方执行。在传统行业，质量审计常常由行业审计机构执行，他们通常为一个项目定义特定的质量尺度，并在整个项目过程中运用和分析这些质量尺度。信息系统审计属于新生的事物，请读者参考有关信息系统审计的相关书籍。

### 19.1.4 控制质量

控制质量指监视项目的具体结果，确定其是否符合相关的质量标准，并判断如何能够去除造成不合格结果的根源。控制质量应贯穿于项目的始终。项目结果既包括产品结果（如可交付成果），也包括项目管理结果（如成本与进度绩效）。质量控制通常由机构中的质量控制部门或名称相似的部门实施，但实际上并不是非得由此类部门实施。

项目管理层应当具备关于质量控制的必要统计知识，尤其是关于抽样与概率的知识，以便评估质量控制的产出。其中，项目管理层尤其应注意弄清以下 4 个事项之间的区别。

- （1）预防（保证过程中不出现错误）与检查（保证错误不落到顾客手中）。
- （2）属性抽样（结果合格或不合格）与变量抽样（按量度合格度的连续尺度衡量所得结果）。
- （3）特殊原因（异常事件）与随机原因（正常过程差异）。
- （4）允差（在允差规定范围内的结果可以接受）和控制范围（结果在控制范围之内，则过程处于控制之中）。

在项目实施过程中，严格按照流程进行，并通过质量审核、指标检验来监控特定的项目结果，判断是否满足原定的质量标准。满足标准说明项目正常进行，需再接再厉；不满足则识别原因，找出真正解决问题的办法，从而保证项目质量。特别需要强调的是，

企业对于项目质量管理能力的提高不可能一蹴而就，需要在实践中不断改进、更正、提高。项目质量控制过程对质量偏差的识别和分析往往是进行质量持续改进的重要基础。

## 19.2 质量管理基础知识

### 19.2.1 质量管理基本概念

#### 1. 质量概念

质量是“使实体具备满足明确或隐含需求能力的各项特征之总和”，明确或隐含的需求是指项目要求制订的基础性文件。信息系统项目中，一般把《系统需求规格说明书》作为项目需求的基础性文件。

美国质量管理协会对质量的定义为：“过程、产品或服务满足明确或隐含的需求能力的特征。”国际标准化组织 ISO 对质量的定义为：“一组固有特性满足需求的程度。”需求指明明确的、通常隐含的或必须履行的需求或期望，特性是指可区分的特征——可以是固有的或赋予的、定性或定量的、各种类别（物理的、感官的、行为的、时间的、功能的等）。

《软件工程术语标准 GB/T 11457—2006》中对质量的定义为“产品或服务的全部性质和特征，能表明产品满足给定的要求”。《计算机软件质量保证计划规范（GB/T 12504—2008）》对软件质量的定义：软件产品中能满足给定需求的各种特性的总和。这些特性称为质量特性，它包括功能度、可靠性、时间经济性、资源经济性、可维护性和移植性等。

对于信息系统质量的理解，需要从四个层次来理解。

- （1）信息系统产品中能满足给定需求的性质和特性的总体，如符合需求规格说明。
- （2）信息系统具有所期望的各种属性的组合程度。
- （3）顾客和用户觉得信息系统满足其综合期望的程度。
- （4）确定信息系统在使用中将满足顾客预期要求的程度。

#### 2. 质量、范围与等级

质量和范围是两个界定相对模糊的概念，甚至有专家建议把两者合二为一进行理解。我们可以这样来理解，范围属于对项目交付成果提出的直接或间接的需求指标，如客户关系管理 CRM 系统必须提供强大的报表模块，具体包括销售订单统计报表、销售收入统计报表等；而质量是项目交付成果对范围满足程度的评价指标，如客户关系管理 CRM 系统报表功能是否足够强大、界面是否友好、数据是否正确等指标则属于质量的范畴。范围是基础，没有范围，就谈不上交付成果对需求的满足程度，也就没有讲质量的必要。此外，客户满意度也被认为是项目质量的一项综合评价指标。



就信息系统项目而言，范围这个术语可指产品范围或项目范围。

**(1) 产品范围：**指产品或服务的典型特征与功能。

**(2) 项目范围：**指为提供具有规定特征与功能的产品或服务所需完成的工作。

如果没有因为对产品或服务的需求而形成产品范围，就不需要启动一个项目，也就没有项目范围的说法了。从总体上看，项目范围是由产品需求或产品范围而引发的，项目范围是为产品范围服务的。要注意区分产品范围和项目范围这两个概念。项目范围是否完成以项目管理计划作为衡量标准，而产品范围是否完成则以产品需求作为衡量标准。两种范围的管理必须结合好，以确保项目工作所交付的是规定的产品。在项目领域，质量管理的一个关键因素是通过项目范围管理转换隐含需求为项目需求。

为了更透彻地理解质量，必须弄清质量与等级的区别，注意不要把质量与等级混为一谈。等级是对具有相同功能的实体按照不同技术特征进行分类或分级。质量偏低永远是个问题，而等级较低则不见得是个问题。例如，某信息系统供应商根据市场细分情况，把办公自动化系统分为豪华版、标准版和简装版等。信息系统产品质量可以很好（无明显的编程错误，用户手册通俗易懂），而等级偏低（功能特征有限）；或者质量偏低（许多编程错误，用户文件杂乱无章），而等级甚高（具有许多功能特征）。确定与交付所要求的质量与等级水准是项目经理与项目管理层的职责。

### 3. 质量政策、质量标准、质量系统、质量度量、质量方针、质量目标、质量管理等

质量政策是某个组织针对自身要求制订的一种质量指导方针，侧重于指导思想，属于宏观的范畴。质量标准是企业、国家或者国际制订的对于某个方面的规范，与质量政策相比，它更侧重于质量的细节特征，属于微观的范畴。目前最常用的有 ISO、IEC 系列质量标准等。

质量系统是实施质量管理所需的组织结构、责任、程序、过程和资源，在 ISO 9000 系列中经常被提及，项目团队在建立项目质量系统时，可以参考 ISO 9000 系列标准。

信息系统项目中的质量度量是对信息系统所具有的、影响其质量的给定属性所进行的定量测量。衡量质量的指标包括功能度、可靠性、时间经济性、资源经济性、可维护性和移植性等。

质量方针是由组织的最高管理者正式发布的该组织总的质量宗旨和方向。质量方针制订工作中必须明确两点。

(1) 通常质量方针与组织的总方针相一致并为制订质量目标提供框架。

(2) 有效的质量管理原则可以作为制订质量方针的基础。

质量目标是组织在质量方面所追求的目的。

(1) 质量目标通常依据组织的质量方针制订。

(2) 通常对组织的相关职能和层次分别规定质量目标。

质量管理是在质量方面指挥和控制组织的协调的活动，包括制订质量方针、质量目标和责任的所有工作，以及通过质量系统中的质量计划、质量保证、质量控制和质量提

高等手段来实施这些工作。质量管理体系是在质量方面指挥和控制组织的管理体系。

#### 4. 质量责任

项目质量问题的责任，从组织外部讲首先应该由组织来承担。但在组织内部如果不能将这种责任细化并进一步明确，就可能会形成“人人有责、人人不负责”的局面。关于质量责任需要强调以下几点。

(1) 管理层的责任 (Management Responsibility): 至少有 85% 的质量成本应由管理层负直接责任。

(2) 最终责任 (Ultimate Responsibility): 雇员对于质量负最终责任。

(3) 全面/首要责任 (Overall/Primary Responsibility): 项目经理对于质量负全面/首要责任。

(4) 有关建立、设计和测试规范的首要责任 (Primary Responsibility for Establishing Design and Test Specification): 由项目工程师负责。

### 19.2.2 质量管理主要流派与质量管理组织

从古典的泰勒“靠检验把关”的质量管理思想，到摩托罗拉提出的 6 $\sigma$  管理方法，都在实践中取得了巨大的成功。现代质量管理追求顾客满意，注重预防而不是检查，并承认管理层对质量的责任。W.爱德华·戴明 (W.Edwards Deming)、约瑟夫 M.朱兰 (Joseph M.Juran)、菲利普 B.克罗斯比 (Philip B.Crosby)、石川馨 (Koaru Ishikawa)、田口玄一 (Genichi Taguchi) 和阿曼德 V.费根堡姆 (Armand V.Feigenbaum) 等几位著名学者对现代质量管理做出了贡献。

全面质量管理 (Total Quality Management, TQM) 和管理大师彼得·德鲁克 (Peter.Drucker) 提出的目标管理 (Management By Objectives, MBO) 对质量管理领域产生了巨大的影响。国际标准化组织 ISO 的 ISO 9000 系列标准和美国卡内基梅隆大学软件工程研究院 (SEI) 制订的软件能力成熟度模型 CMM 是质量管理工作中可以参考的重要标准规范。此外，国际电工委员会 IEC、美国质量管理协会 ASQC、中国质量管理协会 CAQ 等组织在质量标准方面做了大量的工作。

#### 1. 戴明 (Deming) 理论

戴明博士因其对日本有关质量控制方面的研究工作而闻名。“二战”后，统计学家和纽约大学前教授戴明应日本政府的邀请，到日本从事质量控制方面的研究工作，以帮助日本企业提高生产率和质量。戴明认为“高质量意味着更高的生产率和更低的成本”。20 世纪 80 年代，日本企业由于对质量方面重视获得了巨大的成功。戴明理论分为 14 个要点，其核心思想是“目标不变、持续改善和知识积累”，归纳其基本观点如下。

(1) 持续改进: 即最高管理层要从追求短期目标的迷途中回到长远建设的方向上来，

把改进产品和服务质量作为永恒的目标，永不间断地改进生产及服务系统，持续不断地改进质量。

(2) 把质量管理全过程划分为计划 (Plan) — 实施 (Do) — 检验 (Check) — 纠正 (Action) 4 个阶段，建立 PDCA 的循环 (戴明环)。

(3) 严格把关：即绝对不容忍粗劣的原料、不良的操作、有瑕疵的产品和松散的服务。

(4) 预防胜于检验：检验其实是等于准备有次品，检验出来已经太迟了，而且成本高、效益低，正确的做法应该是改良生产过程。

## 2. 朱兰 (Juran) 理论

朱兰在帮助日本制造商协会提高生产率方面做了大量工作，并在 1974 年出版了《质量控制手册》一书，书中强调了高层管理行为对连续的产品质量提高的重要性。朱兰理论的核心思想是“适用性 (Fitness For Use)”，其基本观点归纳如下。

(1) 适用性就是通过遵守技术规范，使项目符合或者超越项目干系人及客户的期望。

(2) 定义了质量和等级的区别及联系。

(3) 提出了质量规划—质量控制—质量提高的质量三元论，被称为“朱兰三部曲”。此外，朱兰提出了质量改进的 10 个步骤。

## 3. 克罗斯比 (Crosby) 理论

克罗斯比以建议组织向零缺陷努力而著名，并在 1979 年出版了《质量是免费的》一书。克罗斯比被《时代》杂志称为当今质量管理成功之道的“质量福音传道领袖”。他强调低劣质量的成本应当包括第一次没有做对该项工作的所有成本。他认为很多公司低估了低劣质量的成本，好像公司可以有利可图地花大量的资金来提高质量，并提出了提高质量的 14 个步骤。

克罗斯比归纳了质量管理的 4 项基本原则。

(1) 质量的定义即符合预先的要求。

(2) 质量源于预防。

(3) 质量的执行标准是零缺陷 (Zero Defects)。

(4) 质量是用非一致成本来衡量的。

## 4. 田口玄一 (Taguchi) 理论

田口玄一因其开发的设计实验过程优化的田口玄一方法而著名，该方法的关键概念是质量应当被设计到产品中，取得质量的最好方法是把离目标值的偏差减至最小。

《财富》杂志 1998 年的一则文章称“日本的田口玄一是美国的新质量英雄”。许多公司包括施乐、福特、惠普、固特异公司，都使用田口玄一的“坚固设计方法”来设计高质量产品。坚固设计方法 (Robust Design Method) 强调通过用科学查询代替试验法

来消除缺陷。

田口玄一提倡应用统计技术进行质量管理，通过损失函数（Loss Function）来决定生产未满足目标产品的成本。他认为应该通过计算、寻找、设置平衡点参数减少偏差，提高质量。

## 5. 石川馨（Ishikawa）理论

石川馨提出了 QC 小组的概念，开发并首先应用了鱼刺图，并在 1972 年出版了《质量控制指南》一书。

（1）QC（Quality Circles）小组：是在公司一个单独部门中由非监督人和领导人组成的小组，他们自发研究如何改进部门工作的有效性。

（2）鱼刺图（Fishbone Diagrams）：由有关质量问题的抱怨追查到有责任的生产行为的问题分析图，也叫石川图。

## 6. 费根堡姆（Feigenbaum）理论

美国通用电气公司质量经理费根堡姆于 1961 年出版了《全面质量管理》一书。他首先提出了“全面质量管理”的概念：“全面质量管理是为了能够在最经济的水平上，并考虑到充分满足用户要求的条件下进行市场研究、设计、生产和服务，把企业内各部门研制质量、维持质量和提高质量的活动构成为一体的一种有效体系。”

他提议对质量的责任应当依赖做该项工作的人。全面质量管理中，产品管理比生产速度重要得多，无论什么时候出现质量问题，应当允许工人停止生产。

## 7. 6σ管理方法

20 世纪 70 年代，摩托罗拉（Motorola）基于统计学原理建立了“6σ”概念与方法。目前，6σ管理方法经通用电气（GE）、霍尼韦尔、索尼等企业的成功实践和创新，已成为现代质量管理理论实践体系。6σ管理方法是一项以顾客为中心、以数据为基础，以追求几乎完美无瑕为目标的管理理念。其核心是通过一套以统计科学为依据的方法来发现问题、分析原因、改进优化和控制效果，使企业在运营能力方面达到最佳境界。韦尔奇先生曾评价说：“6σ是管理工具中最强有力的、最有突破性的，它适用于各种公司用来增加市场份额、降低成本及提高利益率底线。”

实践证明 6σ管理方法是提高企业产品和服务质量的有效工具与方法。从整个质量管理理论发展来看，6σ管理方法使全面质量管理理论达到了一个高潮。6σ的价值体现在如下方面。

- （1）提高客户满意度。
- （2）降低资源成本和风险。
- （3）从根本上提高产品服务的品质，建立品牌，提高客户满意度及忠诚度。
- （4）培育优秀企业文化。

6σ改进方法 DMAIC 是由定义（Define）、测量（Measure）、分析（Analyze）、改进

(Improve)、控制 (Control) 五个阶段构成的过程改进方法, 一般用于对现有流程的改进, 包括制造过程、服务过程, 以及工作过程等, DMAIC 工作过程如图 19-2 所示。

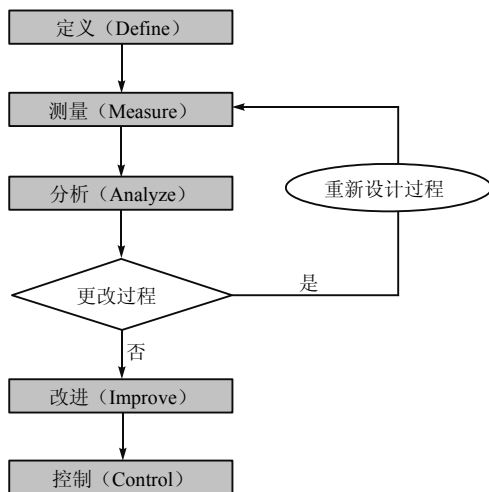


图 19-2 6 $\sigma$ 改进方法 DMAIC 工作过程

## 8. 全面质量管理

全面质量管理 (Total Quality Management, TQM) 概念由费根堡姆在 1961 年提出。20 世纪 80 年代后期以来, 全面质量管理得到了进一步的扩展和深化, 逐渐由早期的 TQC (Total Quality Control) 演化成为 TQM (Total Quality Management), 其含义远远超出了一般意义上的质量管理领域, 而成为一种综合的、全面的经营管理方式和理念。

为了成功地领导和运作一个组织, 需要采用一种系统和透明的方式进行管理。针对所有相关方的要求, 实施并保持持续改进其业绩的管理体系, 可使组织获得成功。质量管理是组织各项管理的内容之一。在 2000 版 ISO 9000 标准中提出了质量管理如下 8 项原则。

- (1) 以顾客为关注焦点。
- (2) 领导作用。
- (3) 全员参与。
- (4) 过程方法。
- (5) 管理的系统方法。
- (6) 持续改进。
- (7) 以事实为基础进行决策。
- (8) 与供方互利的关系。

ISO 9000 标准族的 8 项原则反映了全面质量管理的基本思想和原则, 但是, 全面质量管理的原则还不仅限于此。全面质量管理意味着利用组织每位成员的努力以最低的

成本制造零缺陷的产品，缺陷意味着不断满足顾客的需求。

## 9. 目标管理

目标管理（Management By Objectives, MBO）是管理大师彼得·德鲁克提出并倡导的一种科学的优秀的管理模式。1954年，德鲁克在《管理的实践》一书中，首先提出了“目标管理和自我控制”的主张。

目标管理是根据注重结果的思想，先由组织最高管理者提出组织在一定时期的总目标，然后由组织内各部门和员工根据总目标确定各自的分目标，并在获得适当资源配置和授权的前提下积极主动为各自的分目标而奋斗，从而使组织的总目标得以实现的一种管理模式。目标管理模式的实施可分为四个阶段：首先是确定总体目标，然后是目标分解，再次是资源配置，最后是检查和反馈。

目标管理模式的优点非常显著：首先，使组织的运作有了明确的方向，使每个人都明确了努力的目标；其次，结合了人性管理的思想，促使权力下放，强调员工自我控制，可以充分激发员工的积极性；再次，为业绩的检查反馈和效果评价提供了更为客观的基础。正如目标管理的创始人彼得·德鲁克指出的：凡是工作状况和成果直接地、严重地影响着组织的生存和繁荣发展的部门，目标管理都是必需的。

把目标管理导入到质量管理中，是质量管理理论发展的总趋势。ISO 9000标准中也反映了目标管理的思想，并将越来越重视目标管理的思想。

## 10. 马可姆—科里奇奖

马可姆—科里奇（Malcolm Baldrige Award）国家质量奖为许多人所熟知。马可姆—科里奇奖依据美国公法设立于1987年，是对那些通过质量管理取得了世界级竞争水平的公司的承认。获得者包括Motorola、IBM、Xerox、AT&T Network System Group、Federal Express等公司。

## 11. 国际标准化组织

国际标准化组织（International Organization for Standardization, ISO）设在瑞士日内瓦，是一个约100个工业国家参加的国际协会。国际标准化组织的前身是国家标准化协会国际联合会和联合国标准协调委员会。1946年10月，25个国家标准化机构的代表在伦敦召开大会，决定成立新的国际标准化机构，定名为ISO。大会起草了ISO的第一个章程和议事规则，并认可通过了该章程草案。1947年2月23日，国际标准化组织正式成立。

ISO 9000是国际标准化组织制订的质量系统标准，是由一个组织中质量的规划、控制和归档三部分构成的连续循环。ISO 9000提供了一个组织满足其质量认证标准的最低要求。

ISO 9000系列标准共包括5项标准，根据其用途分为三类：指导选用“质量管理

和质量保证标准”用的标准、质量保证标准和质量管理标准。各项标准间关系如表 19-3 所示。

表 19-3 ISO 9000 系列标准比较

标准类别	标准名称	标准说明
指导选用“质量管理和质量保证标准”用的标准	ISO 9000: 2015《质量管理和质量保证标准第一部分：选择和使用指南》	该标准适用于对在供应链中产品和服务能得到满足的组织，通过对质量管理中使用术语的共同理解，促进相互沟通的组织
质量保证标准	ISO 9001: 2015 《质量体系设计、开发、生产、安装和服务的质量保证模式》	ISO 9001 证实企业设计和生产合格产品的过程控制能力；
	ISO 9002: 2015 《质量体系生产、安装和服务的质量保证模式》	ISO 9002 证实企业生产合格产品的过程控制能力；
	ISO 9003: 2015 《质量体系最终检验和试验的质量保证模式》	ISO 9003 证实企业对成品实施检验或试验的能力
质量管理标准	ISO 9004:2016 《质量管理和质量体系要素第一部分：指南》	ISO 9004 是《质量管理体系业绩改进指南》，它提供了一种质量管理方法为组织实现持续成功提供指南。在这个标准中，最高管理者指制定决策的最高层。在组织中最具权威，“组织”的概念包括组织中的所有人，这个定义与 ISO 9000 中的有所不同

## 12. 美国卡内基·梅隆大学软件工程研究院

为了满足美国联邦政府评估软件供应商能力的要求，美国卡内基·梅隆大学软件工程研究院（Carnegie Mellon University Software Engineering Institute, CMU-SEI）于 1986 年 11 月开始 CMM 的研究，以探索一种保证软件产品质量、缩短开发周期和提高工作效率的软件工程模式与标准规范。

CMM，即 Capability Maturity Model for Software，意为“软件能力成熟度模型”。1991 年，CMM 1.0 版正式推出，其后又修改升级为 CMM1.1、CMM2.0 等版本，并被纳入国际标准组织，成为认证标准之一。

CMM 除了包括有效开发软件的作业程序外，还制订了五个循序渐进的质量等级（CMM1~CMM5），分别为：初始级、可重复级、已定义级、已管理级和优化级，如图 19-3 所示。其中，CMM5 是 CMM 认证的最高标准，可有效地帮助企业改进和优化管理，大大提高软件企业的开发水平和产品质量。根据 SEI 的统计，软件企业在引入 CMM 管理后，生产率平均增长 35%，错误率平均降低 39%，平均成本回报率为 5：1。

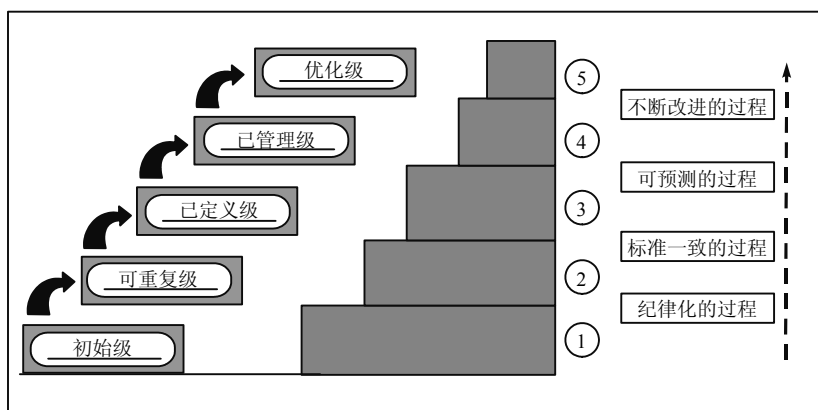


图 19-3 CMM 五个等级

### 13. 国际电工委员会

国际电工委员会（International Electrotechnical Committee, IEC）于 1906 年 10 月在伦敦正式成立，是世界上最早成立的国际标准化团体，它负责制订电气和电子领域的国际标准。

1887—1900 年召开的 6 次国际电工会议上，与会专家一致认为有必要建立一个永久性的国际电工标准化机构，以解决用电安全和电工产品标准化问题。1904 年在美国圣路易召开的国际电工会议上通过了关于建立永久性机构的决议。1906 年 6 月，13 个国家的代表集会伦敦，起草了 IEC 章程和议事规则，正式成立了国际电工委员会。1947 年作为一个电工部门并入国际标准化组织（ISO），1976 年又从 ISO 中分离出来。

IEC 致力于促进电工、电子和相关技术领域有关电工标准化等所有问题上（如标准的合格评定）的国际合作。其组织目标是：有效满足全球市场的需求；保证在全球范围内优先并最大程度地使用其标准和合格评定计划；评定并提高其标准所涉及的产品质量和服务质量；为共同使用复杂系统创造条件；提高工业化进程的有效性；提高人类健康和环境安全；保护环境。

1987 年，成立了 ISO/IEC 长远规划特别工作组（LRPG）。IEC 和 ISO 还批准成立一个名为“IEC/ISO 主席领导的政策和组织”小组。该小组提出迫切需要突出 IEC 和 ISO 作为全球标准团体的形象，建议使用“AIEC/ISO 国际标准化联盟”这一名称，代替原来的 IEC 和 ISO 名称，并研究在信封、信纸及宣传材料上如何恰当地表达这一名称。目前 IEC 和 ISO 总部的隔墙已被打开，并共用一个接待处、总机、电传、传真及数据库等，两组织的联合正在加快步伐。

### 14. 美国质量管理协会

美国质量管理协会（American Society of Quality Control, ASQC）成立于 1949 年，下设建筑与建筑材料、环境控制、印刷技术、家用器具、金属计量、核能、质量成本、



系统工程等 18 个委员会, 以及飞机、导弹、自动车、生物医学、化学、电子学、药物、化妆品、检验等 12 个专业部门, 开展质量工程、质量管理、质量成本管理、产品质量检验等活动。另外, 下设一个标准委员会, 从事质量管理方面的标准化工作。ASQC 的所有标准均纳入 ANSI。

### 15. 中国质量管理协会

中国质量管理协会 (China Association of Quality, CAQ) 是由国家经济贸易委员会做业务指导的全国性社会团体, 成立于 1979 年 8 月 31 日。现有直属团体会员单位 800 余家, 全国的会员单位近 3 万多个, 个人会员约 30 万名。

中国质量管理协会通过各级质协、各分会、各工作委员会及全体会员, 团结全国大中专院校、科研院所和全社会各个阶层从事质量工作的专家、学者, 以及在基层一线工作的 1000 多万 QC 小组成员和广大职工, 在我国大规模地推进全面质量管理。主要工作有: 组织开展学术研究、教育培训、质量咨询、书刊出版、信息宣传、国际交流、用户满意工程、质量管理小组活动及贯彻国家质量标准的认证等卓有成效的活动。此外, 还承担了一些如国家质量管理奖评审、国家优质产品奖评审、质量月活动、8200 个大中型企业推行全面质量管理的规划与组织实施等工作, 全面质量管理的推广, 不仅提高了全民的质量意识, 而且使大多数企业的质量管理水平发生了质的飞跃, 提高了产品质量、工程质量和服务质量, 对我国经济的持续、健康发展发挥了重要作用。

中国质量管理协会主办的《中国质量》月刊, 对普及质量管理知识和提高国内企业质量管理水平起到了积极作用。

## 19.2.3 质量管理与项目管理

质量管理的产生和发展过程经历了漫长的道路, 可以说是源远流长。人类历史上自有商品生产以来, 就开始了以商品的成品检验为主的质量管理方法。根据历史文献记载, 我国早在 2400 多年以前, 就已有青铜制刀枪武器的质量检验制度。

先秦时期的《礼记》中《月令》, 有“物勒工名, 以考其诚, 工有不当, 必行其罪, 以究其情。”的记载, 其内容是在生产的产品上刻上工匠或工场名字, 并设置了政府中负责质量的官员职位“大工尹”, 目的是为了考查质量, 如质量不好就要处罚和治罪。

当时的手工业产品主要是兵器、车辆、量器、钟、鼓等。由于兵器的质量是决定当时战争胜负的关键, 是生死攸关的大事, 因此质量管理就更为严格。例如, 弓箭, 就分为“兵矢”“田矢”和“旋矢”三类; 对“弓”的原料选择规定“柏最好, 其次是橘、木瓜、桑等, 竹为下”, 对弓体本身的弹射力、射出距离、速度、对箭上的羽毛及其位置等亦有具体规定。这些规定都是根据实践经验总结出来的, 目的是要生产出高质量的弓和箭。

来源于传统手工业的质量检验管理引入了数理统计方法和其他工具之后, 就进入了

“统计质量管理”阶段；后来质量管理与系统工程结合又迈进了“现代质量管理”阶段；进而逐步完善并从管理科学体系中脱颖而出，派生成“质量管理工程”。

项目管理也具有悠久的历史。古埃及的金字塔、古罗马的尼姆水道、古代中国的都江堰和万里长城，都是人类祖先开始项目实践的标志。有项目就必然存在着项目管理问题。我们可以认为人类最早的项目管理是从埃及的金字塔和中国的万里长城开始的。但那时对项目的管理还只是凭借个人的经验、智慧，依靠个人的才能和天赋，根本没有科学的标准。

很多项目管理技术的发展主要源于军事。1917年，亨利·甘特发明了著名的甘特图，用于车间日常工作的安排。20世纪50年代后期，美国杜邦公司的路易斯维化工厂创造了关键路径法（Critical Path Method, CPM），用于研究和开发、生产控制和计划编排。同一时期，美国海军在研究开发北极星（Polaris）号潜水舰艇所采用的远程导弹F.B.M的项目中开发出了计划评审技术（Program Evaluation and Review Technique, PERT）。现代项目管理学科便是在这些技术基础上迅速发展起来的。

项目管理是将各种知识、技能、工具和技术应用于项目之中，以达到项目的目标和要求。项目管理是通过诸如启动、计划、实施、控制与收尾等过程进行的。项目管理这个术语有时用来描述管理日常运作的一种组织手段。这种手段说得更准确点，应称为以项目为手段进行管理（Management By Project），把日常运作的许多方面作为项目对待，并使用项目管理技术进行管理。

质量管理与项目管理是相辅相成的，在信息系统项目中采用规范的项目管理，归根到底是为了加强对质量、成本、进度目标的有力控制，从而提高项目交付成果的质量。项目管理知识体系包含的项目质量管理知识领域可以认为是质量管理学科与项目管理学科交叉发展的产物。质量管理和项目管理这两门学科都强调以下几个方面的重要性。

**（1）顾客满意度**——理解、管理和影响顾客的需求，以便与顾客的期望相符。这就要求既符合要求（项目交付成果要与预期交付的产品相同）又适于使用（交付的产品或服务要满足实际需要）。

**（2）预防胜于检查**——防患于未然的代价总是小于检查所发现错误的纠正代价。

**（3）管理层的责任**——成功要求项目团队全体成员的参与，然而提供取得成功所需的资源却仍然是管理层的职责。

**（4）各阶段内的过程**——戴明等描述的计划—实施—检查—行动循环是质量改进的基础。

此外，实施组织的质量改进倡议（如全面质量管理、持续改进等）可以同时改善项目管理和项目产品的质量。然而，项目管理层必须清楚地认识到质量管理与项目管理的一个重大区别，即项目的临时性意味着在改进产品质量上，特别是缺陷的防止与评估上，所需的投资往往须由实施组织承担，因为在取得回报之前，项目可能早就已经结束了。

## 19.3 项目质量管理工具与技术

### 19.3.1 配置管理

配置管理（Configuration Management，CM）是标志和确定系统中配置项的过程，在系统整个生存期内控制这些配置项的投放和变更，记录并报告配置的状态和变更要求，验证配置项的完整性和正确性。配置管理是在团队开发中，标志、控制和管理信息系统软件变更的一种质量管理工具，在信息系统软件项目中具有特殊重要的意义。

信息系统配置管理可以理解为：采用技术手段和行政手段进行管理和监督的一套规范化方法；对配置项的功能特性和物理特性加以标识，将其文档化，并控制这些特性的变更；报告变更进行的情况和变更实施的状态，以及验证与规定需求的一致性。信息系统配置管理是对项目生命周期中的各阶段产品和最终产品演化及变更的管理，是信息系统项目管理的重要组成部分。配置管理在信息系统项目管理中具有极其重要的地位和作用。现在，信息系统配置管理的环境及工具越来越得到人们的重视。

信息系统配置管理被用于信息系统的整个生命周期内管理变化，其主要责任是控制变化，是应用于整个信息系统研发过程中最重要的质量保证技术手段之一。CM 负责信息系统配置项和信息系统的各种版本的标识、信息系统配置审计（以保证它已被适当地开发），以及配置中所有变化的报告。表 19-4 所示为信息系统配置管理功能和细分情况。

表 19-4 信息系统配置管理功能和细分情况

功 能	细 分
用于配置项的管理	软件配置项的类型化和结构化
	软件配置项的变动控制：变动记录和变动处理
	软件配置项一致性控制
	软件配置项的状态处理
	软件组件标志方法
	面向对象技术和软件组件
对协同工作的支持	处理软件模型和相应的管理
	分布管理的场地透明技术
	工作区管理
	支持管理的事务处理能力
	对协同工作的支持
用于软件系统的构造	用于软件版本的构造
	CM 的可视化处理
	CM 的持久性管理

配置管理工具对项目的实施有很好的帮助。配置管理工具对软件版本的控制从多个方面支持项目的实施，是协调软件开发、缓解成员之间的技术矛盾的有效工具。软件配置管理需要借助一定的配置管理工具软件，如 Microsoft 公司的 Visual SourceSafe、INTERSOLV 公司 PVCS，IBM 公司的 Clear Case 等。这些配置管理工具面向软件规范化、工程化、自动化的需要，帮助开发团队提高科学管理水平，从而提高工程效率，降低工程成本。

在组织质量体系的诸多支持活动中，配置管理处于支持活动的中心位置，有机地把其他支持活动结合起来，形成一个整体，相互促进，相互影响，有力地保证组织质量体系的实施。有关配置管理的详细内容将在第 25 章展开具体介绍。

### 19.3.2 软件测试技术

测试是一个验证项目实施阶段是否满足需求的逆向过程，在所有的信息系统开发过程中都是最重要的部分。软件开发过程，一方面要求我们通过测试活动验证所开发的软件在功能上满足软件需求所描述的每一条特性，性能上满足客户所要求的负载压力和相应的响应时间、吞吐量要求；另一方面，面向市场和客户，开发团队还要满足在预算范围内尽快发布软件的要求。测试是软件项目管理质量控制过程采用的实质性工具和技术。测试把握着软件质量的最后一关，如果这一关没有做好，即使前面的工作再好，也往往会功亏一篑。

测试是一个为了寻找错误而执行的过程。测试是信息系统项目质量保证的关键因素，代表了计划规约、设计框架和项目实现的最终检查。经过多方面的测试活动，通过消除各种错误来保证项目的质量，使整个项目的交付成果基本满足客户的需求。图 19-4 所示为一个项目实施过程中质量问题消除图。

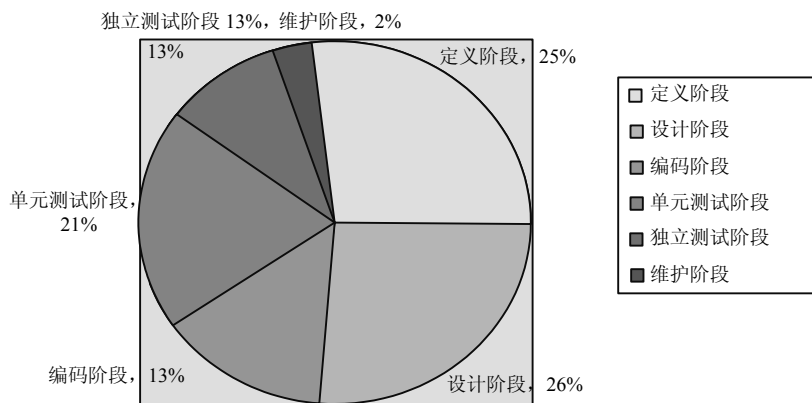


图 19-4 项目实施过程中质量问题消除图

软件测试是软件质量保证 QA 的重要手段，属于软件工程领域。目前状况：

- (1) 软件测试的实践性大于理论性;
- (2) 软件测试理论体系尚不成熟;
- (3) 软件测试工具尚不成熟;
- (4) 软件测试效果对个人的依赖性比较大。

信息系统项目中, 测试一般包括单元测试、集成测试、系统测试、验收测试等。表 19-5 反映了测试种类、阶段和用例对应关系。每个测试阶段都以相关阶段的文档为依据, 对应关系如图 19-5 所示。

表 19-5 测试种类、阶段和用例对应关系

测试阶段	测试类型	执行人员
单元测试	模块功能测试, 包含部分接口测试、路径测试	开发人员
集成测试	接口测试、路径测试、含部分功能测试	开发人员, 如果测试人员水平较高可以由测试人员执行
系统测试	功能测试、健壮性测试、性能测试、用户界面测试、安全性测试、压力测试、可靠性测试、安装/反安装测试	测试人员
验收测试	对于实际项目基本同上, 并包含文档测试; 对于软件产品主要测试相关技术文档	测试人员, 可能包含用户

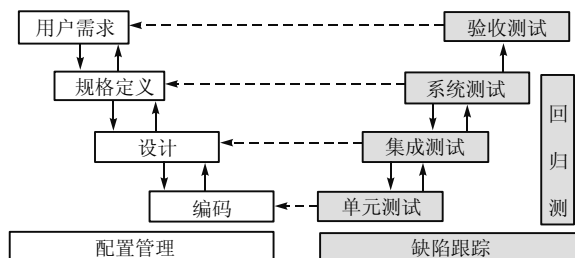


图 19-5 软件测试依据对应关系

(1) **单元测试**: 是指每个任务模块内的每个逻辑流程路径的独立测试, 通常在软件编码、局部任务模块完成后进行。功能测试是其简单扩充, 通过其他模块来测试功能。单元测试一般由模块设计和编码人员完成。

(2) **集成测试**: 是通过将各个已经经过单元测试的模块集成到一起, 构造出一个较为完整的测试体进行测试的过程。分为自顶向下/自底向上的集成方式。回归测试用来保证由于系统发生变动带来的不可预测的行为或者错误的预防活动。

(3) **系统测试**: 用于软件在系统环境中的测试, 以及用户实际环境中的上线测试, 集中从宏观上来确保整个系统的正常工作, 分为性能/压力/安全/恢复测试等方式。系统测试需要由专门测试项目组完成。

(4) **验收测试**: 在系统交付前由终端用户执行的一个独立的测试, 重点测试系统

对组织业务的适用性而非技术问题。

验收测试可以类比为建筑的用户对建筑进行的检测。用户关注的重点是住在这个建筑中的感受。用户关心建筑的外观是否美观，各个房间的大小是否合适，窗户的位置是否合适，是否能够满足家庭的需要等。

Alpha 测试一般是由用户在信息系统开发场所实施的，由开发者对用户做适当指导并记录下用户发现的错误及使用中出现的问题，包括用户不满意的情况。而 Beta 测试一般是在用户的场地由用户实施的，Beta 测试也可以位于多个不同的用户环境中。例如，一个客户关系管理 CRM 系统，开发商可能会将其发给很多的签约或志愿者进行 Beta 测试，一个应用型的软件系统或系统集成成果，则只能在用户的场地实施。

测试是找问题，调试则是为了解决问题。信息系统项目成果要让用户满意，需要经过一个系统调试过程。调试过程通常在测试之后进行，目的是找到出现问题的原因，从而能够改正错误。

测试工作流程一般包括测试计划、测试设计、测试实现、测试执行、测试评估五个阶段。传统的软件测试流程一般是先在软件开发过程中进行少量的单元测试，然后在整个软件开发结束阶段，集中进行大量的测试，包括功能和性能的集成测试和系统测试。随着开发的软件项目越来越复杂，传统的软件测试流程不可避免地给我们的工作带来以下问题。

**（1）项目进度难以控制，项目管理难度加大。**大量的软件错误往往只有到了项目后期系统测试时才能够被发现，解决问题所花的时间很难预料，经常导致项目进度无法控制。同时在整个软件开发过程中，项目管理人员缺乏对软件质量状况的了解和控制，加大了项目管理难度。

**（2）对于项目风险的控制力较弱。**项目风险在项目开发较晚的阶段才能够真正得到降低。往往在经过系统测试后，才真正确定该设计是否能够满足系统功能、性能和可靠性方面的需求。

**（3）软件项目开发费用超出预算。**在整个软件开发周期中，错误发现得越晚，单位错误修复成本越高，错误的延迟解决必然导致整个项目成本的急剧增加。

“尽早测试、连续测试、自动化测试”是 IBM 建议的软件测试最佳成功经验，对于软件企业提高软件测试和质量控制水平意义重大。限于篇幅，为全面掌握软件测试技术请读者参考有关测试技术方面的具体书籍。

### 19.3.3 帕累托分析

根据 80-20 法则，80%的问题经常是由于 20%的原因引起的。帕累托分析（Pareto Analysis）是确认造成系统质量问题的诸多因素中最为重要的几个因素的分析方法，一般借助帕累托图来完成分析。帕累托图是用于帮助确认问题和对问题进行排序的直方图，表示有多少结果是由已确认类型或范畴的原因所造成。图 19-6 所示为对某省财政电子政务系统中出现的问题进行了帕累托分析。

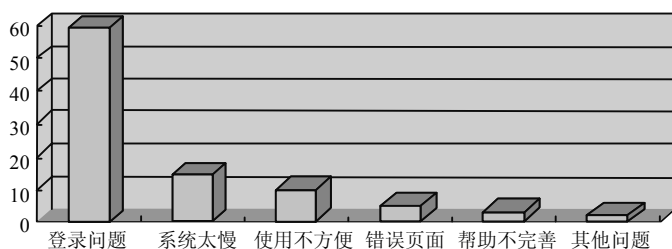


图 19-6 对某省财政电子政务系统中出现的问题进行了帕累托分析

按等级排序的目的是指导如何采取纠正措施——项目管理层应首先采取措施纠正造成最多数量缺陷的问题。从概念上说，帕累托图与帕累托法则一脉相承，该法则认为相对来说数量较少的原因往往造成绝大多数的问题或缺陷。

### 19.3.4 其他质量管理工具

项目质量管理工具有很多，常见的包括：控制图、流程图、直方图、趋势图、散点图、统计抽样、质量功能分布图（QFD）、关联树图和方案效果分析法等。这些工具在传统制造行业质量管理中应用较广，但在信息系统项目中一般很少或者几乎没什么应用，故这里不一一介绍了。图 19-7 所示为常见项目质量管理图形工具。

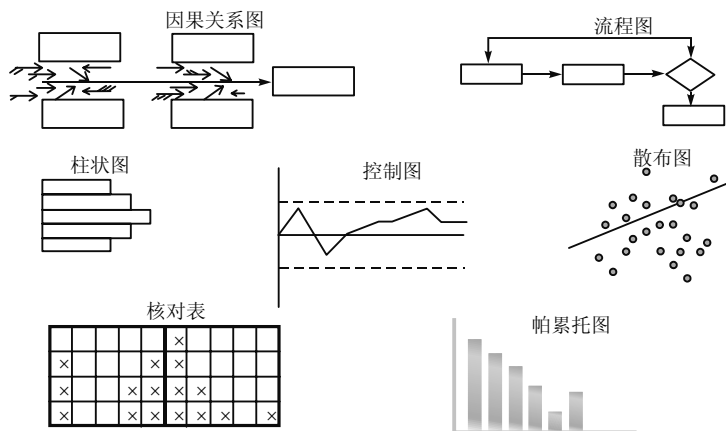


图 19-7 常见项目质量管理图形工具

## 19.4 如何提高信息系统项目质量

### 19.4.1 强有力的领导

强有力的领导是 IT 企业提高信息系统项目质量的基础。托马斯·彼得斯和罗伯

特·小沃特曼在《探索企业成功之路》一书中说：“我们发现几乎每一家优秀公司都和一个（或两个）在使该公司成为第一流的优秀公司方面似乎大有作为的领导有关。”正如朱兰在1945年说的“最重要的是上层管理应当有质量头脑。如果上层管理不表示出特别的兴趣，那么下面几乎什么也不会发生”。朱兰和许多质量专家都认为，质量问题的主要原因是缺乏强有力的领导。大部分质量问题出在管理上，而非技术上。

领导有责任创造一个有助于质量提高的环境。质量管理部门必须公开公司质量的哲学和行为，在整个公司内推行质量概念与原则的教育和培训。实施测量计划以建立和跟踪质量水平，并积极证明质量提高的重要性。如果每个研发人员都理解和坚决向客户提供高质量的信息系统产品，那么上级管理部门在提高全体员工质量意识方向取得了重大成果。

IT企业领导要培养和树立“零缺陷”质量管理的观念。“零缺陷”质量管理来源于国际上著名的硬件生产厂商，尽管信息系统的研发与硬件生产有极大的差别，但我们仍可以从“零缺陷”质量管理中得到启迪。“零缺陷”质量管理包含两个核心内容：一是高目标；二是可执行的规范。

## 19.4.2 建立组织级项目管理体系

IT企业是全面实施项目管理的优质土壤，企业高层管理者必须高度重视项目管理，确立组织级战略项目管理地位。组织级战略项目管理要求，在企业内建立一整套完整的实践性很强的项目管理体系，以提供良好的项目运作环境，主要包括组织机构、工作流程和内部项目环境等方面。

### 1. 组织机构

必要的项目管理组织机构是企业项目管理的基础，项目管理甚至比企业中的任何其他职能更需要我们提供结构化的领导，这不是集权领导可以替代的。项目管理办公室（Project Management Office, PMO）代表着组织级战略项目管理的公司中心，对于建立项目管理文化及优化项目和资源的协作必不可少。PMO是公司项目管理的最高决策机构，一般由公司高层领导，项目管理专家和技术专家组成。图19-8所示为某系统集成企业项目管理组织结构图。

PMO的特定角色可根据软件企业的不同而有所变动，在软件企业中其职能包括八个方面。

- （1）制订维护项目工作流程、（项目文档）标准、方法和程序。
- （2）提供项目管理的培训，咨询和指导。
- （3）审批项目计划，日常汇报、质保，收集工作进度情况。
- （4）确定项目采用的技术框架和实现模式，专家级技术支持。
- （5）项目立项、结项决策，项目经理、项目组人员确定。
- （6）提供强有力的项目支持，包括行政、人力、物力和财力等。
- （7）项目历史信息数据库的管理与知识管理。



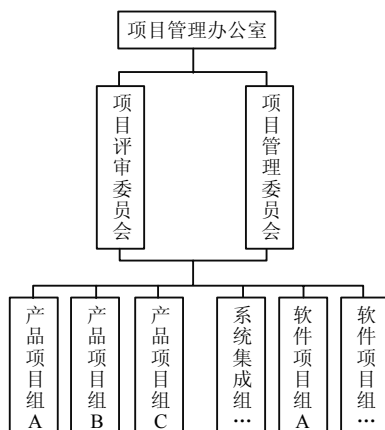


图 19-8 某集团集成企业项目管理组织结构图

(8) 软件复用代码库的管理，组织软件过程的优化。

在一些企业中把变更控制 CCB 的职能放在其下实行多项目变更统一管理，我们认为也是可取的。

## 2. 工作流程

从根本意义上看，PMO 完全是为规范企业内部的工作流程服务的。PMI 十二分地强调了项目经验教训的积累，因为只有实践可以发现企业工作流程中的不足与缺点。软件企业必须有一套较完整的制度化的项目运作工作流程，包括（项目文档）标准、方法和程序等。在不断的实践与学习中，持续维护完善优化该工作流程体系。图 19-9 和图 19-10 体现了大型项目管理软件 P3 的项目管理流程。

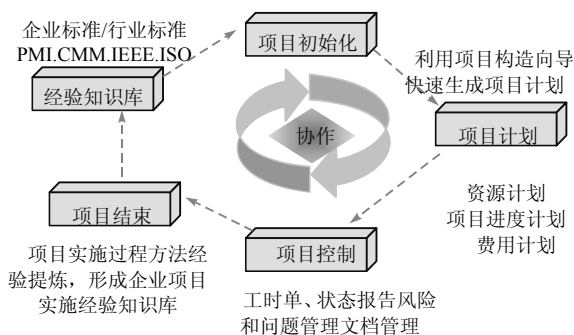


图 19-9 P3 体现的项目管理流程

## 3. 内部项目环境

内部项目环境是一个比较综合的建设要求，因为项目组织一般并不作为一个单独的经济实体存在，而是依托于特定的企业内部管理体系。考虑到信息系统项目需要以人

力、物力和财力的较大投入为基础，企业内部环境对项目的支持很重要。但我们相信，在 PMO 建设成功的情况下，内部项目环境对项目的负面制约度显著下降。

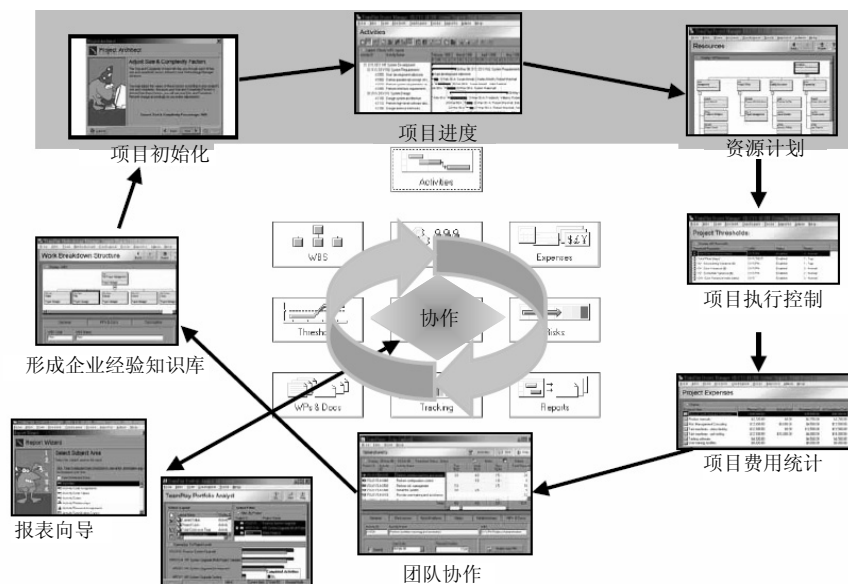


图 19-10 P3 体现的项目管理流程

企业高层管理者对项目管理的高度重视和组织级战略项目管理地位的确立将全面推动内部项目环境向有利于项目在组织中存在的方向发展。

### 19.4.3 建立组织级质量管理体系

组织级项目管理体系主要为 IT 企业内部项目提供良好的项目管理环境，包括对实施项目质量管理的组织和环境支撑。在企业内，质量管理体系和项目管理体系都属于企业管理层面，分别对应以企业质量管理部门和项目管理部门为中心建立的管理体系，两者作为组织影响、工作环境因素对信息系统项目质量影响较大。

建立组织级质量管理体系一般包括以下步骤。

- (1) 确定顾客和其他相关方的需求和期望。
- (2) 建立组织的质量方针和质量目标。
- (3) 确定实现质量目标必需的过程和职责。
- (4) 确定和提供实现质量目标必需的资源。
- (5) 规定测量每个过程的有效性和效率的方法。
- (6) 应用这些测量方法确定每个过程的有效性和效率。
- (7) 确定防止不合格并消除产生原因的措施。
- (8) 建立和应用持续改进质量管理体系的过程。

上述方法也适用于保持和改进现有的质量管理体系。采用上述方法的组织能对其过程能力和产品质量树立信心,为持续改进提供基础,从而增进顾客和其他相关方满意并使组织成功。

软件企业建立质量管理体系,需要企业高层领导人动员,需要咨询机构的介入。对全员进行质量体系基础知识的培训和考试是增强员工质量意识的重要措施,对企业组织架构的调整是建立体系的基础。咨询机构与 IT 企业共同参与提出质量方针和目标、编写质量手册和过程文件,以及质量体系的试运行等步骤,实质上是企业内部进行沟通、取得共识、开始走向成熟的过程。质量认证咨询工作一般要经历四个阶段。

第一阶段为企业现状调查与诊断和 ISO 9000 标准族与软件工程培训阶段。

第二阶段为质量体系文件的编写阶段。

第三阶段为质量管理体系的试运行阶段。

第四阶段为过程持续改进和优化。

企业建立质量管理体系要解决 6 个问题。

(1) 分清制造业企业与 IT 企业的区别,理清 IT 企业的业务流程。

(2) 明确管理职责、调整组织结构。

(3) 识别和建立软件企业的过程。

(4) 建立文档化程序。

(5) 解决好软件配置管理和软件设计变更控制。

(6) 采用量化和统计技术,持续改进信息系统研发过程管理建立质量体系。

不同的企业状况和业务方向也会对质量管理体系有不同的要求,要按照普遍性与特殊性相结合的原则建立 IT 企业的质量管理。

特别要注意项目质量管理与组织级质量管理的联系与区别。前者属于项目管理层面,而后者属于企业管理层面。信息系统开发中的质量管理重点是通过执行必要的质量管理过程,如质量计划、质量保证和质量控制等来保证项目最终交付的成果对客户需求 and 期望的一致性,主要涉及软件开发过程中的细节内容,如必要的配置管理、测试活动等。CMM 强调的就是软件开发过程的管理。而企业质量管理的任务是企业级质量管理体系的建立、管理与维护,主要涉及企业质量规范、制度的制订和宏观支撑环境等内容。如 ISO 9001 侧重于“机构保证在设计、开发、生产、安装及服务过程中与指定的要求一致”。

#### 19.4.4 建立项目级激励制度

信息系统行业属于工作压力大、人才激励难而且特别缺乏激励的行业。《2004 中国软件人才状况调查报告》显示:77%的信息系统从业人员的工作时间在 8 个小时以上,其中 46%工作时间为 8~10 小时,31%工作时间为 10 小时以上。

“人”是项目成功的最关键因素,而“人”又是需要激励的。正确的激励制度,能充分调动人们的积极性,促使项目目标的顺利实现。不正确的激励制度,尽管也可能调

动积极性，但容易偏离方向。激励员工本来是人力资源部门的主要内容，但我们发现在软件企业中，企业级的激励从来没有让谁满意过。建立项目级激励制度，将可以作为企业级激励的有效补充。

基于项目绩效考核情况，把责任、绩效与奖励捆绑在一起，实施目标管理（OM）和挣值管理（EVM），采取必要的物质和精神激励措施将极大调动团队成员的积极性。尽管某些精神激励手段也是行之有效的，但我们始终倾向性地认为在软件企业中金钱激励是最有效的手段。在薪酬体系中设立绩效弹性工资部分或设立项目专项奖金等方式都是可以考虑的思路。

在项目级的激励中，项目经理无疑是最关键的角色。项目经理的行为是影响项目级激励制度成败的一个重要因素，当然在激励中也不能忘记对项目经理的激励。需要指出的是，在员工激励中，如淘汰激励、罚款、降职和开除激励等惩罚性负激励手段是不可取的。

#### 19.4.5 理解质量成本

质量成本（Cost of Quality）是为了取得信息系统产品所付出的所有努力的总成本，是一致成本和不一致成本之和。一致（Conformance）意味着交付满足要求的和适用的产品。例如，编制一个与质量计划有关的成本分析和产品要求的成本、软件测试成本和配置管理成本等属于一致成本（Cost of Conformance）。不一致成本（Cost of Nonconformance）意味着对信息系统故障或没有满足质量期望负责。

对于质量成本依照成本的性质分为一致性成本和非一致性成本，依照成本发生的方式分为预防成本（Preventive Cost）、评估成本（Appraisal Cost）和缺陷成本（Failure Cost）。其中，缺陷成本还可进一步细分为内部缺陷成本（Internal Failure Cost）和外部缺陷成本（External Failure Cost）。应该注意的是，上述两种分类法中，一致性成本对应于“预防成本+评估成本”、非一致性成本对应于缺陷成本。

#### 19.4.6 提高项目文档质量

项目文档作为信息系统产品的重要组成部分，对于信息系统项目各阶段都是不可或缺的内容。但从整个行业来看，信息系统项目文档质量方面问题较大。因此，项目文档质量也是我们日常项目质量管理工作中必须切实做好和加强的工作。

项目文档的编制必须保证一定的质量。质量差的项目文档不仅难理解，给使用者造成许多不便，而且会削弱对项目的管理，增高项目成本，甚至造成更加有害的后果。造成项目文档质量不高的主要原因如下。

- （1）缺乏实践经验，缺乏评价文档质量的标准。
- （2）不重视文档编写工作或是对文档编写工作的安排不合理。

项目中最常见到的情况是,信息系统开发过程中不能按进度分阶段及时完成文档的编制工作,而是在开发工作接近完成时集中人力和时间专门编写文档。另外,项目人员大都对编制文档不感兴趣,而是抱应付的态度赶写文档。

高质量的项目文档应当体现针对性、精确性、清晰性、完整性、灵活性和可追溯性等特点,表 19-6 所示为项目文档质量评价指标。

表 19-6 项目文档质量评价指标

质量指标	说 明
针对性	文档编制应分清读者对象,按不同的类型、不同层次的读者,决定怎样满足其需要
精确性	文档的行文应当十分确切,不能出现歧义性的描述。同一项目若干文档内容应该协调一致,没有矛盾和冲突
清晰性	文档编写应力求简明,如有可能,配以适当的图表,以增强其清晰性
完整性	任何一个文档都应当是完整的、独立的,应自成体系
灵活性	根据信息系统项目规模和复杂程度,适当调整或合并部分文档
可追溯性	根据各阶段工作紧密程度,阶段间文档保持一定的继承关系

### 19.4.7 发展和遵从成熟度模型

发展和遵从成熟度模型是提高组织项目管理水平和质量管理能力的重要手段。

(1) 项目管理成熟度模型包括 PM Solutions、PMMM、OPM3 等。

(2) SEI 提出的软件能力成熟度模型 CMM。

(3) 软件质量功能模型 SQFD。

许多国内软件企业通过对项目管理成熟度进行评估,以提高组织的项目管理能力。

## 19.5 项目案例分析

A 公司是 1 年前刚成立的软件企业,公司创始人张某原为国内某大型金融信息系统供应商 B 公司的市场总监。由于张某在市场推广方面的丰富经验和客户积累,A 公司发展较迅速,目前公司研发人员达到 50 人,并进行 10 多个项目的信息系统开发。与此同时,A 公司管理上却出现了一系列问题,如人员激励、行政事务、项目管理等方面相当混乱。

3 个月前 A 公司与客户 C 银行就某业务信息系统 XBIS 的研发签订了一份合同,合同约定项目在 3 个月后交付。XBIS 系统对 C 银行而言相当重要,由于 C 银行的竞争对手都在半年前建设了该业务信息系统,从而使 C 银行在该项业务上失去了近 10% 的市场份额。项目启动后,A 公司项目管理部门任命金某为该项目的项目经理,金某为 A

公司较资深的员工之一，深得公司领导的信任和支持。为进一步提高 A 公司在技术方面的实力，金某决定在该项目中采用全新的技术架构。

项目组用 1 个月时间完成了需求分析和系统设计，但由于公司业务繁忙，事先安排在编码阶段到位的人员还没有着落。迫于客户方面进度上的压力，A 公司临时招聘了 3 名编码人员加入项目组。由于新项目的需要，公司领导又决定把项目经理金某调任为一个新项目的项目经理，而从其他项目组调派邵某为 XBIS 项目的新项目经理。由于没有参与需求分析和系统设计阶段工作，邵某用一周左右的时间熟悉了项目的基本情况，就开始安排项目组人员进行编码工作。邵某发现金某制订的项目进度计划存在相当大的问题，工作量估算上严重缺乏依据，计划 3 天的任务实际上要花费 5 天的时间。

3 个月时间很快就到了，而项目组还在进行紧张的编码工作。为了尽可能达到进度要求，项目组人员每天要加班工作。原计划的 2 周测试时间也被迫压缩为 5 天，项目组内部进行了简单的测试就向 C 银行交付了系统。客户方面对 A 公司提交的 XBIS 系统提出了一系列的问题，如一些低级的 Web 页面错误、用户文档不全、数据保存失败、部分功能未实现、客户端死机、服务器资源无法释放等。由于 XBIS 系统的质量问题，客户 C 银行拒绝向 A 公司支付相关款项。

分析要点：该案例反映出国内一些软件企业中项目管理上的典型问题，可以从项目质量管理的重要性，导致项目质量问题的主要原因等方面提出问题。对于 XBIS 系统项目而言，项目管理和项目质量管理方面存在相当大的问题。项目管理是一个有机的系统，项目人力资源管理、项目进度管理等方面的问题也将直接导致项目质量问题。分析本案例可以从技术架构、人员安排、配置管理、软件测试等角度展开。

## 19.6 软件质量属性

依据标准 GB/T 16260.1-2006《软件工程产品质量 第 1 部分：质量模型》定义的外部质量和内部质量的质量模型，可将软件质量划分为六个特性。

**(1) 功能性：**软件所实现的功能满足用户需求的程度。功能性反映了所开发的软件满足用户称述的或蕴涵的需求的程度，即用户要求的功能是否全部实现了。

**(2) 可靠性：**在规定的条件和时间内，软件所能维持其性能水平的程度。可靠性对某些软件是重要的质量要求，它不仅反映软件满足用户需求正常运行的程度，而且反映了在故障发生时能继续运行的程度。

**(3) 易使用性：**对于一个软件，用户学习、操作、准备输入和理解输出时，所做努力的程度。易使用性反映了与用户的友善性，即用户在使用本软件时是否方便。

**(4) 效率：**在指定的条件下，用软件实现某种功能所需的计算机资源（包括时间）的有效程度。效率反映了在完成功能要求时，有没有浪费资源，此外“资源”这个术语有比较广泛的含义，它包括了内存、外存的使用，通道能力及处理时间。

**(5) 可维修性：**在一个可运行软件中，为了满足用户需求、环境改变或软件错误发生时，进行相应修改所做的努力程度。可维修性反映了在用户需求改变或软件环境发生变更时，对软件系统进行相应修改的容易程度。一个易于维护的软件系统也是一个易理解、易测试和易修改的软件，以便纠正或增加新的功能，或允许在不同软件环境上进行操作。

**(6) 可移植性：**从一个计算机系统或环境转移到另一个计算机系统或环境的容易程度。

## 19.7 小结

质量是指“使实体具备满足明确或隐含需求能力的各项特征之总和”。在信息系统项目中质量是个非常严重的问题。要特别注意区分质量、范围与等级三者间关系，质量政策、质量标准、质量系统、质量度量、质量方针、质量目标、质量管理等概念是质量管理中常用的基本概念。质量的责任也是需要明确的问题。

学习项目质量管理，必须了解质量管理主要流派与质量管理组织。戴明、朱兰、克鲁斯比、石川馨、田口玄一和费根堡姆等人促进了现代质量管理的发展。6 $\sigma$ 管理方法、全面质量管理和目标管理对质量管理领域产生了巨大的影响。ISO、SEI、IEC、ASQC 和 CAQ 等组织在质量标准方面做了大量工作。项目管理知识体系包含的项目质量管理知识领域可以认为是质量管理学科与项目管理学科交叉发展的产物。质量管理和项目管理这两门学科都强调“顾客满意度”等重要的方面。

项目质量管理包括质量计划编制、项目质量保证和项目质量控制三个过程。质量计划编制判断哪些质量标准与本项目相关，并决定应如何达到这些质量标准。项目质量保证过程定期评估项目总体绩效，建立项目能达到相关质量标准的信心。项目质量控制过程监测项目的总体结果，判断它们是否符合相关质量标准，并找出如何消除不合格绩效的方法。

配置管理和软件测试是信息系统项目质量管理中采用的主要工具。有许多工具和技术与项目质量管理有关，包括帕累托图、控制图、流程图、直方图、趋势图、散点图、统计抽样等。

信息项目质量提高空间非常大。强有力的领导有助于质量意识的形成。建立组织级项目管理体系、组织级质量管理体系和项目级激励制度为实施项目质量管理提供强有力的组织环境。理解质量成本可以刺激质量改进。项目文档作为信息系统产品的重要组成部分，其质量也是项目质量管理工作中必须切实做好和加强的工作。发展和遵从成熟度模型能帮助组织系统地提高项目管理水平，从而提高项目的质量和项目成功率。

通过项目案例的分析和学习，有利于培养解决项目实际问题的能力。

## 第 20 章 项目人力资源管理

众所周知，人是决定组织和项目成败的关键。尤其是在信息系统领域，合格人选很难找到和保留在某个项目中。有效地管理人力资源，是项目经理们认为最困难的一件事情。项目人力资源管理包括为最有效地使用参与项目人员所需的各项过程。它包括项目的所有利害关系者，如赞助人、顾客、合伙人、供应商/分包商、项目团队成员等。而讨论对赞助人、合伙人、顾客的管理已经超出本章的范围，本章将重点关注项目团队的人力资源管理。

项目人力资源管理主要包括规划人力资源管理、组建项目团队、建设项目团队和管理项目团队四个主要的过程。规划人力资源管理主要包括确定、记录并分派项目角色、职责和请示汇报关系，这个过程的输出主要包括角色和职责分配矩阵、报告关系，以及项目的组织结构；组建项目团队主要是招募、分派到项目工作的所需人力资源，得到项目所需的人员是信息系统项目成败的关键；而建设项目团队主要包括培养项目团队个人与集体的能力，以提高项目的绩效，对于许多信息系统项目而言，是否具有培养团队和集体的能力，也是项目成功要考虑的因素之一。管理项目团队是跟踪团队成员的工作情况，解决问题并管理团队变更，优化绩效的过程。

图 20-1 概述了项目人力资源管理每一个子过程。在信息系统项目管理师的考查中，项目人力资源管理重要性并不是很高，但是每次上午卷会考核 2 分左右，所以这一部分也不能忽视。从知识点来看，上午卷中主要考查的是项目团队建设的五个阶段，项目团队建设的工具与技术、激励理论、冲突管理。下午案例分析题中目前还没有出现单独的项目人力资源管理的题目，但是项目人力资源管理这部分的内容会出现在题中的一小问，比如组建项目团队或者建设项目团队的问答题、关于人力资源管理输入输出、工具与技术的填空题、选择题。

### 20.1 规划人力资源管理

规划人力资源管理涉及决定、记录和分配项目角色、职责及报告关系的过程。这个过程生成项目的组织结构图、常用职责分配矩阵（RAM）表示的角色和职责分配关系，以及项目成员管理计划。



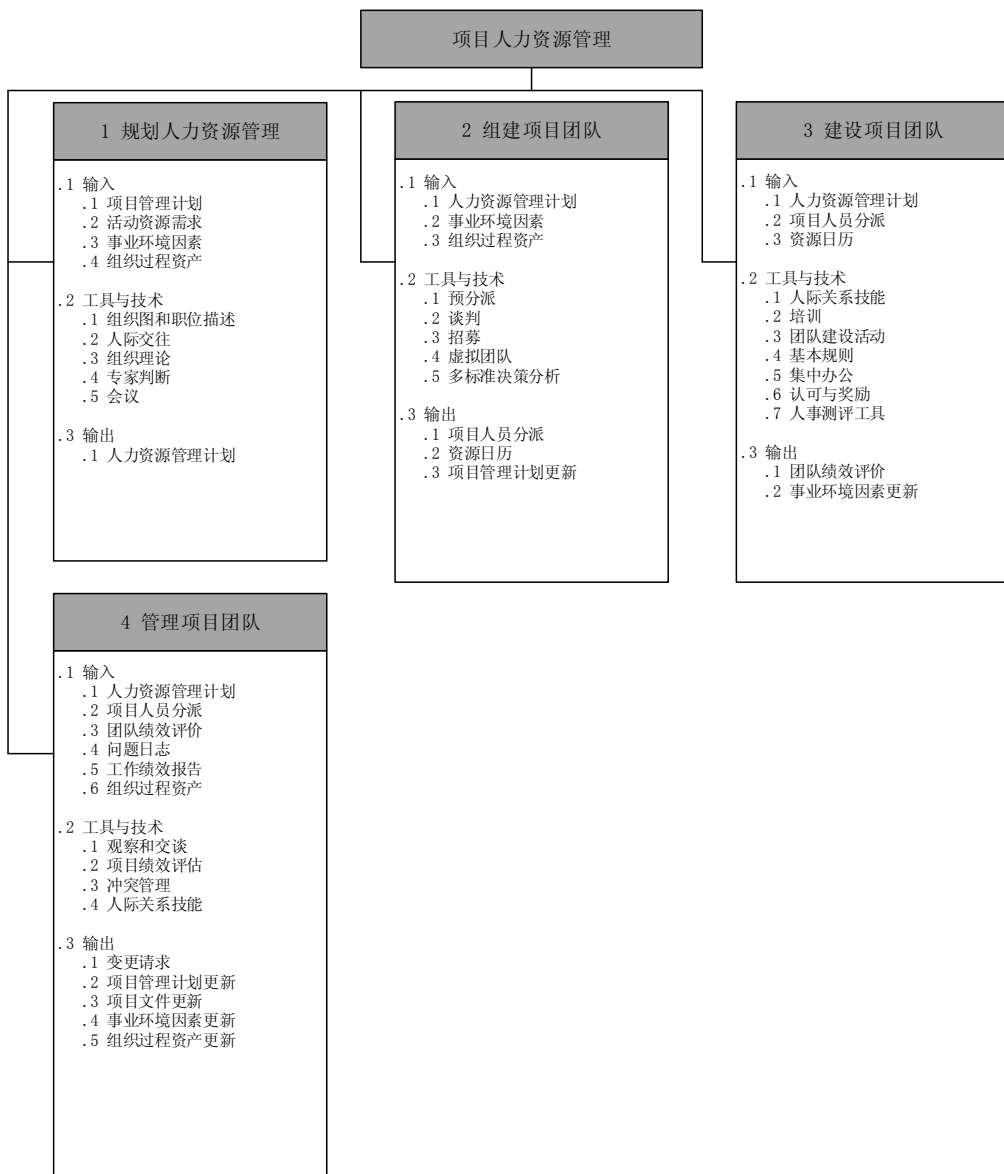


图 20-1 项目人力资源管理

在生成项目组织结构图之前,高层管理者和项目经理必须明白什么类型的人才真正是保证项目的关键人物,他们需要什么样的技能。如果需要找一些优秀的 Java 开发人员,人力资源计划就需要反映这个需求;如果项目成功的关键是需要一流的项目经理和被人尊敬的团队领导,人力资源计划也要重点描述。

在已经明确项目所需的重要技能和何种类型人员的基础上,项目经理和团队成员应该为项目创建一个项目组织结构图。图 20-2 显示了一个大型的信息系统项目的组织结构图。

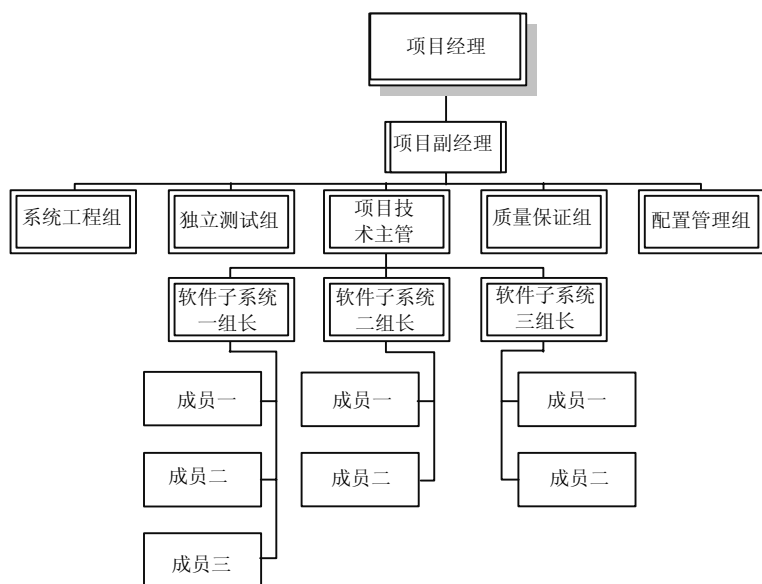


图 20-2 某信息系统项目组织结构图

从图 20-2 中可以看出，项目成员中包括项目副经理，子系统组长。项目副经理在项目经理缺席时代理项目经理的职责，在需要时辅助项目经理；子系统组长负责管理由一个大型项目分割而成的子系统。在许多人参加项目的情况下，清晰定义和项目工作分配是十分必要的。图 20-2 表现典型的大型信息系统项目的组织结构图。而对于规模较小的信息系统项目而言，通常并不需要项目副经理和子系统组长。项目经理与团队成员直接形成报告关系。

图 20-3 提供了定义和分配工作的框架，包括以下四个步骤。

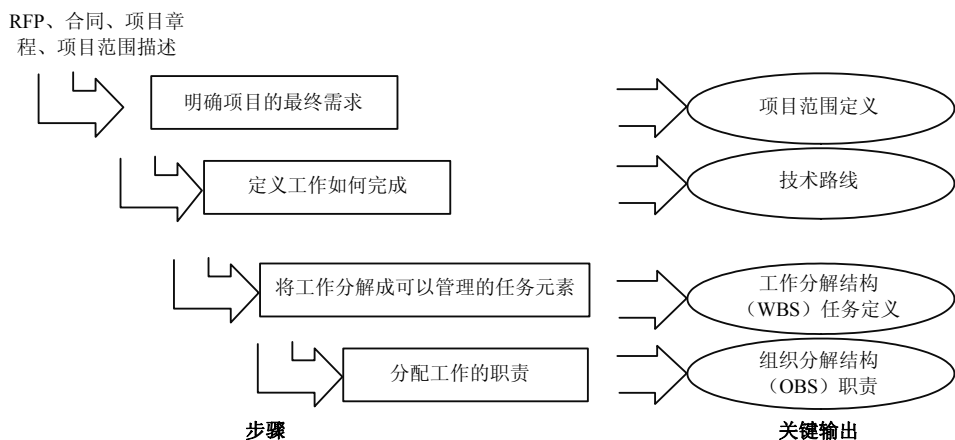


图 20-3 项目工作定义和分配过程

- (1) 明确项目的最终需求。
- (2) 定义工作如何完成。
- (3) 将工作分解成可以管理的任务元素。
- (4) 分配工作的职责。

工作的定义和分配工作在项目建议和启动阶段进行。这个过程是可以重复的，也就是说每个步骤的成果是可以修改的。征求建议说明书（RFP）和合同草案经常能够提供定义和项目最终需求的材料；如果没有 RFP，那么项目内部章程或项目范围描述也可以提供定义和项目最终需求的基础信息。

在此之后，由项目团队组长提出项目工作如何完成的技术路线。项目工作是否应该遵循产品导向方法或者阶段方法进行分解？项目工作的某些部分是否外包或者分包给其他公司？项目的技术路线一经确定，就可以通过工作分解结构（WBS）来创建可管理的任务元素和定义这些任务的工作内容。这部分在项目时间管理中已经有了说明，这里就不再赘述。最后一步，就是分配工作任务。

项目工作一旦分解成可管理的元素，项目经理就可以给组织单元分配任务了，当然主要是基于适合优先的原则来分配任务，这个过程可以用组织分解结构（OBS）来进行概念化的描述。OBS 是一种用于表示组织单元负责哪些工作内容的特定的组织图形。它可以先借用一个通用的组织图形，然后针对组织或分包商中特定部门的单元进行逐步细分。

在制作完 OBS 后，项目经理就可以开发责任分配矩阵（RAM）了。责任分配矩阵为项目工作（用 WBS 表示）和负责完成工作的人（用 OBS 表示）建立一个映射关系。表 20-1 显示了一个责任分配矩阵的例子。该 RAM 依靠尽可能细的层次，将工作分配给重要责任的和执行的组织、团队或个人。虽然对于较大的项目，应该将 WBS 分配给组织或团队，但对于较小的项目，将 WBS 分配给个人是一种更好的选择。

表 20-1 所示为一个 RAM 示例。

表 20-1 RAM 示例（R：责任组织单元；P：执行组织单元）

WBS 任务 OBS 单元	1.1.1	1.1.2	1.1.3	1.1.4	1.1.5	1.1.6	1.1.7	1.1.8
系统工程	R	R/P					R	
软件开发			R/P					
硬件开发				R/P				
测试工程	P							
质量保证					R/P			
配置管理						R/P		
集成后勤支持							P	
培训								R/P

除了将 RAM 用于具体的工作任务分配外，RAM 还可以用于定义角色和职责间的关系。此时，RAM 包括项目中的干系人，表 20-2 给出一个例子，表明不同类型的项目干系人在项目过程中的责任，是负责人（A）还是参与者（P），是为项目过程提供输入（I），还是评审（R）和签字确认者（S）。这个看似简单的东西为项目经理提供了一种有效地管理项目重要干系人和角色期望的工具。

表 20-2 表现项目干系人角色的 RAM

	项目干系人				
	A	B	C	D	E
单元测试	S	A	I	I	R
集成测试	S	P	A	I	R
系统测试	S	P	A	I	R
用户接受测试	S	P	I	A	R

项目人力资源计划的另一个输出是成员管理计划。该计划用于说明何时和如何增加或减少人手，其详细程度与项目规模有关。比如，一个平均需要上百人的周期长达一年的项目，成员管理计划就应该描述项目所需的人员类型，如 Java 程序员、业务分析员、技术专家、测试人员等，以及每月所需人数。成员管理计划通过使用柱状图，用于表现项目分配的资源数量与随时间变化的关系。在确定了项目人员的需要之后，下一步工作就是获得所需的项目成员了。

## 20.2 组建项目团队

在明确项目人力资源的需求后，一般来讲，应授予项目经理以项目团队的组建权。项目经理应从各种来源物色团队成员，同有关负责人谈判，将合乎要求的人编入项目团队，将计划编制阶段确定的角色连同责任分配给各个成员并明确他们之间的配合、汇报和从属关系，这就是建立项目团队的工作内容。项目团队组建的产出包括两个方面：分派到位的项目人员和项目班子名册。

项目团队组建这项工作要以成员管理计划为依据。项目团队成员可从组织内部和外部招收。对于那些有强烈影响和沟通技巧的项目经理而言，常常容易获得所需的组织内部人员参与他们的项目。组织也必须能够保证参与到项目中的人员能够发挥所长，且符合公司的发展需要。人员招收一般可以通过如下手段获得。

**（1）谈判。**多数项目的人员分派需要经过谈判，即与本组织的其他人合作以便项目能够分配到或得到合适的人员。例如，项目经理需要进行谈判的对象包括：

- 与负责职能经理谈判，以保证项目在规定期限内获得足以胜任的工作人员。

- 与实施组织中其他项目管理班子谈判，以争取稀缺或特殊人才得到合理分派。

对于内部招收的人选，除了满足成员管理计划的要求外，至少还要考虑以下几点：以前的经验、个人的兴趣、个人性格和爱好。从组织内部的其他单位调人进来是很复杂的事，一般都要征求多方面的意见，这就要求负责组建项目团队的人一定要耐心进行解释、说服和动员，争取他人的支持。

**(2) 预分派。**在某些情况下，人员可能事先被分派到项目上。这种情况往往发生在项目是方案竞争的结果，而且事先已许诺具体人员指派是获胜方案的组成部分；项目为内部服务项目，人员分派已在项目章程中明确规定了。

**(3) 招募。**如果组织无法获得预分派人力资源，无法通过谈判获得内部人力资源，就需要使用到招募，招募是由内而外的，一定先找熟悉的、身边的，然后等熟悉的人力资源寻找完后，就可能需要去外部寻找人才了。

**(4) 虚拟团队。**虚拟团队为组建项目团队提供了另一种可能性。虚拟团队一般是由于无法面对面工作而建立的一个线上的团队。随着移动互联网的发展，虚拟团队也变得切实可行。虚拟团队非常强调沟通，因为线上的团队很容易产生误解。

**(5) 多标准决策分析。**组建项目团队中需要使用团队成员选择标准。通过对标准决策分析制定出选择标准，并对候选团队成员进行评级和评分。可以使用以下几种标准来进行评分：可用性、成本、经验、能力、知识、技能和态度等。

需要注意的是，组建项目团队是一个动态的过程。何谓动态，我们知道，对于前面提到的员工管理计划，是对何时需要何种类型的人员的描述。它不光说明了现阶段项目所需人员的数量和类型，还能预测到未来所需的人员变化。即随着项目的发展，对人员的需要是动态变化的。项目经理必须能够监控到这种变化，在人员技能与项目需求不一致的情况下，及时与组织高层、人力资源经理及其他项目人员进行沟通，来保证项目对人员的动态需求。从某种程度上说，组建项目团队做得好坏与否关键在于执行员工管理计划的好坏。

在现今寻找技术专家越来越难的情况下，除了人员的招募，团队成员的保留也是组建项目团队中一个极其重要的问题。一种好的方法就是鼓励组织内现有的员工来辅助招聘和保留新员工。比如，一家咨询公司许诺每招聘一名新员工，将根据该员工在岗时间以每小时 10 元的奖励给予推荐者。这样就极大地激励了现有的员工帮助吸收新员工，并且保证他们都留在组织中。另一种办法就是尽量满足团队成员的特殊需求。比如，某些技术专家喜欢每周工作四天或者喜欢每周在家里工作两天。

成员管理计划要求的项目团队成员全部到任投入工作后，项目团队才算组建完毕。

## 20.3 建设项目团队

项目团队建立后一般不能马上形成有效的管理能力，中间要有一个熟悉、适应和磨

合的过程。因为即便项目团队中有足够的精兵强将，但是如果他们各自为战，缺乏团队精神，项目的目标也很难实现。对于人的因素占优的信息系统项目更是如此。

项目团队建设就是培养、改进和提高项目团队成员个人，以及项目团队整体的工作能力，使项目管理团队成为一个特别有能力的整体，在项目管理过程中不断提高管理能力，改善管理业绩。本节将重点讲述项目团队建设的技术和工具，其中包括培训、团队建设活动和奖励与表彰制度。

### 20.3.1 培训

为了促进个人和项目团队的健康发展，项目经理应该推荐项目成员去参加培训课程。特别对于信息系统项目的人员而言，如何与不同人打交道的培训是十分必要的，这对于了解客户及领导期望，提高客户满意度很有好处。事实证明，经过专业培训的人员，要比其他人待人接物更有效率，反应更为敏捷。另外，如果团队成员不喜欢一起工作，那么学习如何进行团队合作的一课就显得更为必要了，当然这一课需要整个项目团队和关键的项目干系人参与，否则实现项目的目标就十分困难。

### 20.3.2 团队建设活动

进行团队建设常用的方法包括挑战体能训练、心理偏好指标等工具。

#### 1. 挑战体能训练

许多组织通过挑战体能训练活动帮助员工进行团队合作。典型的例子就是军事基本训练和新兵训练营。通常需要进行基本的训练，包括在携带全部装备的情况下，攀爬高塔、跑步、行军，通过障碍训练、射击训练和生存训练。还有些组织将员工送到一个特定的场所，让他们组队去穿越急流险滩；爬山、攀岩，以及进行彩弹射击等。

#### 2. 心理偏好指标

更多的公司让他们的员工参加心理方面的团队建设活动，从而员工们可以更深刻地了解自己、他人，以及如何在团队中更有效地工作。理解他人和求同存异的态度对团队合作是非常重要的。心理方面的团队建设活动包括 Myers-Briggs 类型指标和 Wilson Learning 社会行为风格模型。

(1) Myers-Briggs 类型指标 (Myers-Briggs Type Indicator, MBTI)。MBTI 是在“二战”期间，由 Isabel B. Myers 和 Katherine C. Briggs 参考了心理学家 Carl Jung 的心理类型理论之后首次提出的，它用于评价个人的四方面个性偏向，这四个维度分别是：内向/外向维度、直观型/感官型、思考型/感觉型、判断型/察觉型。

- 内向/外向维度。总的来说，这个维度说明个人是否善于表现自己。
- 直观型/感官型。第二个维度说明个人收集信息的方法。感官型的人看重事实、细节和真相等实实在在的东西；而直观型的人则更喜欢想象、创造，更相信预感

和直觉。

- 思考型/感觉型。第三个维度代表思考型判断和感觉型判断。前者基于逻辑和客观事实；后者则更为主观。
- 判断型/察觉型。判断型的人喜欢项目的结束和任务的完成，他们趋向于规定一个截止日期并认真执行，并期望别人也这样做。察觉型的人更喜欢开放和灵活地做事。他们认为项目的截止时间更像重新开始的信号，不认为工作必须完成后才能开始娱乐和休息。

(2) Wilson Learning 社会行为风格模型。心理学家 David Merrill 首先开发了这个模型，他将人们与他人合作的方式划分为以下四种类型。

- 驱动型。以任务为导向、做事主动。他们立足于现在，努力进取。对这类人可以描述为：有进取心的、严格的、坚韧的、主动的、苛刻的、意志坚强的、独立的、实践性的、善于决策的、有效率的。
- 表现型。以人为导向、做事主动。他们立足于未来，用他们的直觉来寻找新视野。对这类人可以描述为：善于操纵的、易激动的、任性的、自我主义的、有野心的、有激情的、乖僻的、友好的。
- 亲切型。以人为导向、做事被动。他们的基于时间的导向取决于那个时间段和他们一起工作的人，而且他们很看重友谊。对这类人可以描述为：相处融洽的、多变的、逢迎的、可以依靠的、令人尊敬的、善于给予支持的、和善的。
- 分析型。以任务为导向、做事被动。他们立足于过去，善于思想。对这类人可以描述为：不善于决策的、乏味的、好挑剔的、乐于说教的、勤奋的、坚持不懈的、严肃的、有序的。

图 20-4 描述了上述四种社会行为风格与过分自信和积极响应等行为的关系。我们注意到，社会行为风格的决定因素与个人的自信程度和怎样面对任务相关。对于自信程度，个人是否趋向于告诉别人做什么还是老想询问别人应该做什么？而对于怎样面对任务的态度，个人是关注于任务本身还是关注于完成任务的人？

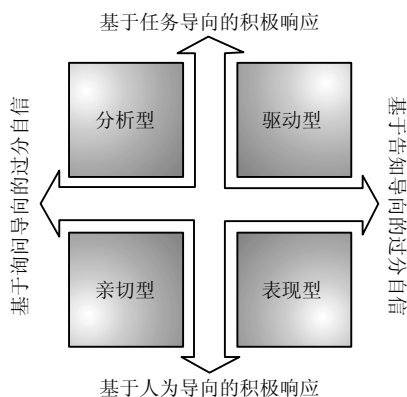


图 20-4 四种社会行为风格与过分自信和积极响应等行为的關係

### 20.3.3 奖励与表彰制度

如何保证项目团队成员能对项目工作非常投入,而且保证项目工作的顺利开展?这就必须要将其所担负的项目工作纳入其绩效考核中,让他意识到项目工作并不是可有可无的,是与其本职工作同等重要的。项目工作完成的好坏也是直接与其个人收益挂钩。由此可见,另外一个团队建设的工具就是奖励与表彰制度。

如果管理层在适当的时候给予奖励,团队将受到激励,而能更有效地完成项目。特别是团队成员达到或超越了项目要求时,管理将给予他们包括奖金、升职、延长带薪休假、给予培训深造的机会等,这些手段的运用会很好地激发实施者的工作热情与上进心。必须注意的是,项目经理应该激励那些自愿去加班以完成激进的进度目标的团队成员,以及那些愿意大力帮助项目同伴的团队成员,而应该避免鼓励那些仅是为了得到加班工资或是工作效率太低而加班的项目成员。

有效的项目经理肯定是好的团队建设者。为了保证项目成员工作得更有效,项目经理应该遵循如下原则。

(1) 对你的团队有耐心且态度良好。不要认为你的团队成员都是懒惰和粗心的,要认为他们都是最好的。

(2) 努力去解决问题而非一味抱怨团队成员。关注团队成员的行为,帮助他们找出解决问题的途径。

(3) 召开定期有效的会议,关注于达到项目目标,产生下面的结果。

(4) 将工作团队的人数限制在3~7个。

(5) 规划一些社会活动,让团队成员和项目干系人彼此熟悉,这些活动必须是生动有趣而非强制性的。

(6) 给予团队成员同等的压力,创造团队成员喜欢的传统。

(7) 培养和鼓励团队成员帮助其他成员。设计培训课程以使个体或团队成员工作得更有效。

(8) 认可个人和团队的成绩。团队组建和团队建设对于信息系统项目而言是至关重要的,项目经理应该摆脱其先入为主的思想,聆听项目团队其他成员的心声,才能真正创造一个使个人和团队都能够快速成长的项目环境。

### 20.3.4 人际关系技能

人际关系技能实际上是一种非正式的技能,比如在建设项目团队时,需要激励某个或某些团队成员,需要用特定的、针对性方法。有时发生冲突,如果有很好的的人际关系技能,也能解决问题。总之,人际关系技能能帮助更好的建设项目团队。



### 20.3.5 基本规则

基本规则的制定可以提高生产效率,降低成本。同时对于规范某些行为、沟通方式、工作方式等基本规则的讨论,有利于团队成员之间的协作。基本规则应该更早的建立,不要遗留到项目后期才进行。

### 20.3.6 集中办公

集中办公就是把团队成员安排到一个物理空间下办公。集中办公的好处在于可以提高团队之间的沟通与协作。同时团队成员的集体荣誉感也会得到不同程度的提升。

### 20.3.7 人事测评工具

项目经理可以使用人事测评工具来获得团队成员的偏好和愿景。同时能够获取团队成员的优势和劣势。人事测评工具包括态度调查、细节评估、结构化面谈、能力测试和焦点小组讨论。

## 20.4 激励理论

### 20.4.1 马斯洛需求层次理论

这是由马斯洛在 1943 年提出的需求层次理论。该理论是一个分为 5 层的金字塔结构,如图 20-5 所示,马斯洛需求层次理论表示了因为人们有不同的层次需要满足不同的要求,从而达到激励的作用。

**(1) 生理需要。**生理需要包括呼吸、水、食物、睡眠等一系列的生理上的需求。常见的激励措施包括:增加工资、改善工作环境、更多的业余休息时间、提高福利待遇。

**(2) 安全需要。**安全需要包括人身安全、健康保障、资源所有性、财产所有性、道德保障、工作职位保障。常见的激励措施有:强调规章制度、职业保障、福利待遇,保护员工不致失业,提供医疗保险、失业保险和退休福利,避免员工因收到双重的指令而产生混乱。

**(3) 社会交往的需要。**社会交往的需要包括友情、爱情。表示人们希望得到相互的关心和照顾。常见的激励措施有:提供同事间社交往来的机会,支持与赞许员工寻找及建立和谐温馨的人际关系,开展有组织的体育比赛和集体聚会。

**(4) 受尊重的需要。**社会交往的需要包括自我尊重、信心、成就、对他人尊重、被他人尊重。常见的激励措施有:公开奖励和表扬,强调工作任务的艰巨性及成功所需要的高超技巧,颁发荣誉奖章、在公司刊物发表文章表扬、制定优秀员工光荣榜。

**（5）自我实现的需要。**自我实现的需要包括实现个人理想、抱负，最大程度地发挥个人的能力。

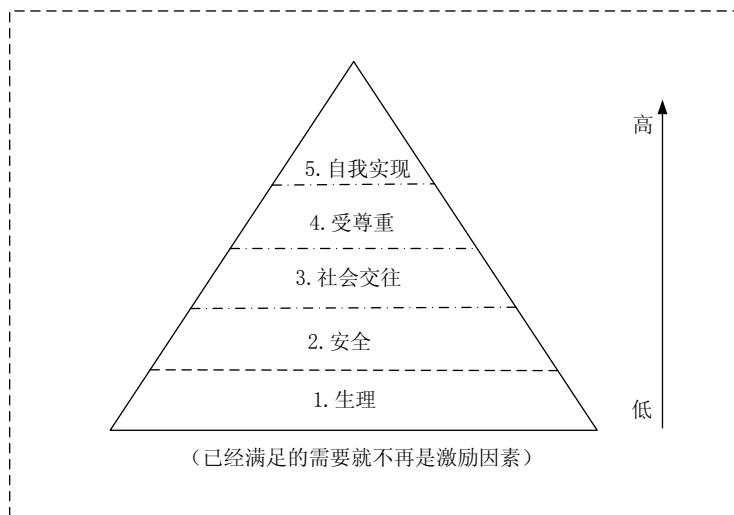


图 20-5 马斯洛的需求层次理论

## 20.4.2 赫兹伯格的双因素激励理论

美国心理学家赫兹伯格在研究员工的激励问题的时候，他发现一个特点，有些员工不满意，当你满足了员工愿望的时候，员工还是不满意，后来他深入研究发现满意的对立面不是不满意，是没有满意。这是什么意思呢？原来他们去美国的一家工厂考察，发现员工有很多抱怨，抱怨天气热没有装空调，光线暗影响工作，需要增加照明。他们经理改善了条件，装了空调，增加了照明，甚至装了换气扇。但是并没有明显的工作业绩提升，只是不埋怨了而已。于是赫兹伯格发现了激励因素和保健因素的分类。和工作本身有关的因素才是真正的激励因素。如果满足了员工的这些需求，对员工的工作热情是有激励的。而有些因素和工作环境有关系的因素，如果没有满足员工，员工会不满意，甚至生气。但你满足了他，他也未必就受到了激励。比如说发奖金和发工资的例子，按照赫兹伯格的理论，发工资就属于保健因素，员工觉得他工作了，就要发工资，发工资并没有额外地受到激励，员工觉得发工资是应该的。但是拖欠员工工资，迟发工资，员工就会不满。而奖金就不一样，奖金是对工作成果的一种奖励，得到奖金的员工，感觉老板重视他，说明过去的工作做得不错，受到了激励，所以发奖金是激励因素。没得到奖励也不会很懊悔，因为员工认为他工作一般，也还过得去，只是没有出色而已。所以这个理论让我们分清了激励因素和保健因素。挖掘激励因素来激发员工，只保持一定水平的保健因素，防止激励因素向保健因素转化。保健卫生就相当于马斯诺需求理论的前三种，而激励需求就相当于后两种。

### 20.4.3 期望理论

期望理论说的是员工的积极性，即效价 $\times$ 期望值。效价就是把这件事干成功后价值是多少。期望值是成功的可能性有多大。

我们来看一个案例，一位营销主管为了激励员工完成营销指标，发布了这样一项措施：今年年终排在最前面的两位，将奖励圣诞节去马尔代夫去旅游。但是这个措施在不同的人身上却产生了不同的反响。这里三位非常突出的代表性人物，第一位是 A 先生，这位 A 先生从来没有去过马尔代夫，听到了这个奖励之后高兴极了，所以如果效价用满分为 1 来计算的话，那么他应该是 1。可是衡量自己的能力，成功的可能性是 50%，那么他的积极性就是 0.5。第二位 B 先生去过马尔代夫，遗憾的是他夫人没去过，他夫人知道了这个消息，就说平时你飞来飞去的，也没带我去过，这次你好好努力，我们一起去马尔代夫。所以效价为 0.9，虽然不是 1 但是也很高，自己成功的可能性是 0.7，所以他的积极性是 0.63。第三位是 C 小姐，她是最能干也最出色的，她的期望值是 100%，遗憾的是她去不了，因为圣诞节的时候她计划结婚，并和丈夫去法国度蜜月，此刻去马尔代夫对她而言已经失去了任何价值，所以他的积极性就是 0。这个理论告诉我们，同一个政策在不同的人身上会产生不同的作用。

### 20.4.4 X 理论和 Y 理论

X 理论认为人们有消极的工作源动力，因此管理者需要以强迫、威胁、处罚、指导、金钱利益等诱因激发人们的工作源动力。而 Y 理论则认为人们有积极的工作源动力。Y 理论主张用人性激发管理，使个人目标和组织目标一致，趋向于对员工授予更大的权力，让员工有更大的发挥空间，以激发员工对工作的积极性。

# 第 21 章 项目沟通管理

## 21.1 项目沟通管理概述

在信息系统项目中，各项目干系人包括项目组成员之间、项目组之间、项目组与客户之间往往缺乏充分有效的沟通和信息的共享。项目沟通中没有做到：正确的信息在正确的时间发布给正确的项目干系人。信息系统研发人员缺乏沟通意识和习惯是比较明显的问题，“自我欣赏、以自我为中心、经验万岁”的现象屡见不鲜。

有时候，项目都已经进展到最后阶段，客户方突然提出了新的需求，这会让项目经理非常为难。一方面要尽量满足客户的需求，另一方面又不能对系统做太大的改动，影响项目进度。这种情况往往是与客户的沟通出现了问题，说明在需求阶段做得不够好，同时在实施过程中没有与客户保持密切的联系。

对于美国项目管理协会的“90%”沟通理论，我们认为其强调的实际上是沟通过程的重要性。在某些需求明确度低的信息系统项目中，沟通尤其重要。我们认为通过与客户的有效沟通，让客户更多地参与到项目过程中，可以提高满足客户需求的可能性，比较有利于项目的成功，有效的沟通是控制客户需求变更的有效手段。项目组间的沟通主要是从技术积累的角度考虑，事实上，软件项目中的很多技术问题都是在项目组相互学习中解决的。实践证明，集中安排建立“作战室”，实现项目计划进度等信息的全透明是比较好的方式。在集中安排不可行的情况下，采用时序安排频繁的面对面的会议作为代替，但要把握频度和实际成效，否则让会议成为消耗时间的机器就不好了。

对于跨地域甚至国家工作的项目团队可能需要借助基于 Web 的 PMIS 了，实在不行就用 E-mail 等工具代替。软件企业必须培养员工的沟通意识，建立必要的沟通制度，借助合适的沟通工具，保证项目信息畅通。

项目沟通管理包括保证及时恰当地生成、搜集、传播、存储与最终处置项目信息所需的过程，为在人与信息之间提供取得成功所必要的关键联系。每个参与项目的人都必须准备参与沟通，并且要懂得他们作为个人所参与的沟通对项目整体有何影响。

图 21-1 概述了沟通管理的每个子过程。项目沟通管理在整个信息系统项目管理师的考试中的重要性属于中等偏下，从 2014-2017 年的上午卷共 8 次考试统计来看，平均每次考查 2 分。2014 年两次考试考了 5 分左右，2017 年两次考试考了 3 分，而 2015 年的两次考试与 2016 年的考试都没有考查到项目沟通管理的内容。从知识点分布来看，

上午卷主要考查了沟通模型、沟通渠道、沟通管理计划等的相关概念、规划沟通管理的输入和输出，以及一些沟通技巧。

下午案例分析题就考得更少了，从 2014 年到 2017 年共八次考试，仅 2017 年下午卷专门考查了沟通管理，不过有些案例题会涉及沟通管理的内容，毕竟很多问题都是沟通的问题，所以会有在一个大题中出现一小问关于沟通管理的。

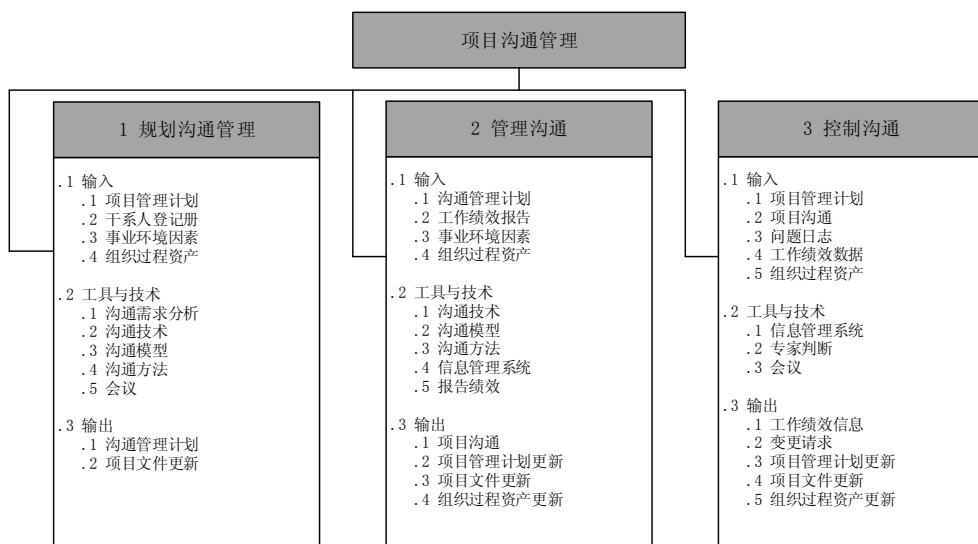


图 21-1 项目沟通管理

**(1) 规划沟通管理：**确定项目干系人的信息和沟通需求。谁需要何种信息，何时需要，以及如何向他们传递。

**(2) 管理沟通：**根据沟通计划，生成、收集、分发、储存、检索及最终处置项目信息的过程。

**(3) 控制沟通：**在整个项目生命周期中，对沟通进行监督和控制，以确保满足项目干系人对信息的需求。

上述过程不但彼此交互作用，而且也同其他知识领域的过程交互作用。根据项目需要，每个过程可能涉及个人或集体的努力。一般来说，每个过程在每个项目阶段至少出现一次。

### 21.1.1 规划沟通管理

规划沟通管理（Plan Communications Management）过程确定项目干系人的信息和沟通需求：谁需要何种信息，何时需要，以及如何向他们传递。规划沟通管理作为项目沟通管理的第一个过程，其核心是了解项目干系人的需求，制订项目沟通管理计划。该过程主要回答项目沟通中“who、what、when、how”的问题。虽然所有项目都有交流

项目信息的需要，但信息的需求及其传播方式却彼此大相径庭。认清项目干系人的信息需求，确定满足这些需求的恰当手段，是确保项目沟通顺畅的重要因素。

对于大多数项目，沟通管理计划的大部分工作应在项目的前期阶段完成。沟通管理计划本身并不是一成不变的，通常在项目进行过程中，要根据需要随时对其进行检查和修订，以保证它的持续有效性和适用性。需要特别指出的是，沟通需求一般是动态变化的，随着项目的进展，可能会发生某些变化。

规划沟通管理往往与组织计划密切相关，因为项目组织结构往往对项目的沟通产生重大的影响。在规划沟通管理时，最重要的工作就是对项目干系人的信息需求进行详细的分析、评价、分类，通常这些信息要求的总和就是项目的沟通需求。项目干系人信息需求分析一般基于项目组织结构进行。

表 21-1 提供了一个项目干系人信息需求分析的实例，从表中可以看出，每个利益相关者需要获得何种书面信息。让项目干系人评审，批准所有的项目干系人分析材料能确保这些信息的正确性和有效性。

表 21-1 项目干系人信息需求分析实例

项目干系人	文件名称	文件格式	姓 名	交付日期
客户方管理人员	《委托开发合同文件》	书面文档	张生	01/10/2016
客户方技术人员	《项目总体方案》	书面文档	邵晨	20/10/2016
客户方项目负责人	《可行性研究报告》	书面文档	姜珉	25/10/2016
客户方项目负责人	《项目管理计划》	书面文档	姜珉	01/11/2016
客户方管理人员	《软件需求说明书》	电子版，书面文档	许龙	15/11/2016
客户方技术人员	《系统指南》	电子版，书面文档	邵晨	01/01/2009
内部高层管理人员	《项目进展报告》	基于 PMIS 提交	许迪龙	每月 5 日前
客户方项目负责人	《验收测试报告》	书面文档	姜珉	01/03/2009
客户方管理人员	《用户培训教材》	电子邮件	江华	10/03/2009
客户方管理人员	《用户操作手册》	电子邮件	江华	15/03/2009

由上述可知，对项目来说，沟通是如此的重要。可见，每个项目都应该有一个沟通管理计划文件用于指导项目沟通，该计划是项目管理计划的一部分。沟通管理计划的类型根据项目的需要而变化，沟通管理计划一般应包括以下 6 个方面。

- (1) 描述信息收集和文件归档的结构。
- (2) 描述什么信息、什么时候发送给谁、如何发送，以及发送结构。
- (3) 重要项目信息的格式、内容、细节水平。
- (4) 用于创建信息的日程表。
- (5) 获得信息的访问方法。
- (6) 更新项目沟通管理计划的方法。

在规划沟通管理时，除核实沟通需求外，还要考虑沟通技术、项目假设和项目约束

条件。沟通管理计划作为该过程的输出，通常是整个项目管理计划的一个附属部分。同时还有一个输出是项目文件更新。需要更新的项目文件可能包括项目进度计划和干系人登记册。

一致的沟通有助于组织促进项目沟通，特别是包含许多小项目的信息系统工程或项目群。工作分解结构需要包括与基本的项目沟通内容有关的信息。事实上，许多工作分解结构包括项目沟通的一部分，以确保关键信息的报告是项目可交付成果。如果报告基本的信息是工作分解结构定义的一项活动，那么清楚地了解什么样的项目信息报告、什么时候报告、如何报告，以及由谁来负责创作这些报告等就变得尤为重要。

### 21.1.2 管理沟通

管理沟通（Manage Communications）是根据沟通管理计划，生成、收集、分发、储存、检索及最终处置项目信息的过程。沟通管理计划、工作绩效信息、事业环境因素和组织过程资产是该过程的输入。管理沟通通常需要借助一定的技巧，也就是沟通技巧和沟通方法。一般情况下，我们还会有一个沟通模型和一个信息管理系统。管理沟通还需要用到报告绩效，需要定期收集数据进行对比，这样便于了解和沟通项目的进展与绩效。

## 21.2 沟通的基本原理

### 21.2.1 沟通的重要性

沟通是人与人之间传递和沟通信息的过程，对于项目取得成功是必不可少的，而且也是非常重要的。英文单词“Communication”源于拉丁语“COMMUNIS”，意为“彼此分享”“建立共同看法”。沟通的主旨在于互动双方建立彼此相互了解的关系，相互回应，并期待能经由沟通的行为与过程相互接纳，以达成共识。

回想一下你所经历的信息系统项目，有没有出现过以下这样的情况：客户在项目验收阶段成果时，指出曾经要求的某个功能需求没有包含在其中，并且抱怨说早就以口头的方式反映给了项目组的成员，糟糕的是作为项目经理的你却一无所知，而那位成员解释说把这点忘记了；或者你手下的程序员在设计评审时描述了他所负责的模块架构，然而软件开发出来后，你发现这和你所理解的结构大相径庭……

可能你遇到的情况比上面谈到的还要复杂。问题到底出在哪里呢？其实很简单，就两个字——沟通。以上这些问题都是由沟通引起的，沟通途径不对导致信息没有到达目的地。“心有灵犀一点通”可能只是一种文学描绘出的美妙境界。在实际生活中，文化背景、工作背景、技术背景可以造成人们对同一事件理解方式偏差很大。在项目管理中，基于项目整体管理的需要，沟通更是不可忽视。项目经理最重要的工作之一就是沟通，

通常花在这方面的时间应该占到全部工作的 75%~90%。良好的交流才能获取足够的信息、发现潜在的问题、控制好项目的各个方面。

在信息系统项目中，项目干系人之间的沟通贯穿项目整个生命周期，包括：

- (1) 用户和开发商之间。需求的清晰表述、解决方案的描述、合同签订过程。
- (2) 团队和管理层之间。调研结果汇报、方案决策、组建团队、项目评审过程。
- (3) 开发团队内部。项目计划、技术方案的制订和变更。
- (4) 开发商和供货商之间。采购沟通、供货和验收过程。
- (5) 开发商和分包商之间。任务外包、提交和验收过程等。

许多专家都认为对信息系统项目失败的重要原因是沟通的失败。在 1995 年，斯坦迪什集团研究发现，与信息系统项目成功有关的三个主要因素是：用户参与、主管层的支持、需求的清晰表述，所有这些因素都依赖于拥有良好的沟通技能。为了使项目成功，项目的每个成员都需要这两类技能，即技术技能、沟通与社交技能。

### 21.2.2 沟通模型

沟通是一种人与人之间的双向信息交流活动，所采用的方式应该是双方都能理解的通用符号和技巧，以保证信息的传送与接收畅通。一般沟通模型（Communication Model），至少应包括信息发送者、信息、信息接收者三部分，而且沟通模型往往还是一个循环的过程，如图 21-2 所示。发送者应该仔细地核对信息编码、确定发送信息的方法（沟通方法），并且要证实信息已经被理解了。接收者应该对信息进行仔细的解码，并且确保对信息的正确理解。

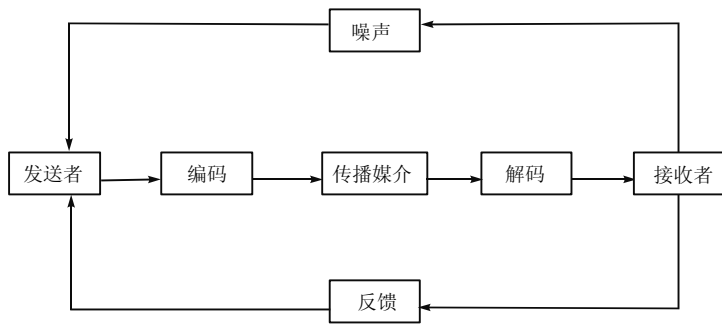


图 21-2 项目沟通模型

- (1) 发送者（communicator）：信息的产生者。
- (2) 编码（encoding）：将精神、思想转化为一种可以被其他人理解的代码或语言。
- (3) 传播媒介（medium）：用来传达消息的工具或方法。
- (4) 解码（decoding）：将可以被解释的信息转化为口头、非口头或可视的。
- (5) 接收者（receiver）：完成或打断通信过程的参与者。只有当接收者接收到消息



并使他与发送者间对消息的意义理解“相同”时，才算发生沟通。

(6) **反馈 (feedback)**: 检查收发双方对所收到消息理解情况的机制。

(7) **噪声 (noise)**: 阻碍消息传送与理解的任何因素。

### 21.2.3 沟通渠道、沟通方法、沟通类型与沟通障碍

#### 1. 沟通渠道与沟通复杂性

沟通渠道 (Communication Channels) 是项目中沟通的排列组合数量，看起来像联系所有参与者的电话线的数目一样。计算公式如下：

$$CC=N(N-1)/2$$

其中， $CC$  表示沟通渠道， $N$  表示项目中的成员数。

比如，当项目团队有 3 个人时，沟通渠道数为  $3(3-1)/2=3$ ；而当项目团队有 6 个人时，沟通渠道数为  $6(6-1)/2=15$ 。由于沟通是需要花费项目成本的，所以应尽量控制团队规模，避免大规模团队中常常出现的沟通不畅问题。

沟通的复杂性会随着项目中人员的增加而增加，项目沟通渠道急剧增加，沟通偏好差异化矛盾上升。地理位置和文化背景也会影响到项目沟通的复杂性。如果利益相关者来自不同的国家，那么通常在正常的工作时间安排双向的沟通会非常困难，甚至不可能。语言障碍也可能给沟通带来一些问题。由于接收者对信息的解释很少与发送者想得一模一样。因此，提供多种沟通方法和一个能促进坦诚对话的环境是很重要的。

#### 2. 沟通方法和沟通类型

沟通方法有很多，根据不同的角度可以分为：

(1) **正式沟通与非正式沟通**。正式沟通是通过项目组织明文规定的渠道进行信息传递和交流的方式。它的优点是沟通效果好，有较强的约束力，缺点是沟通速度慢。非正式沟通指在正式沟通渠道之外进行的信息传递和交流。这种沟通的优点是沟通方便，沟通速度快，且能提供一些正式沟通中难以获得的信息，缺点是容易失真。

(2) **上行沟通、下行沟通和平行沟通**。上行沟通是指下级的意见向上级反映，即自下而上的沟通。下行沟通是指管理层对员工进行的自上而下的信息沟通。平行沟通是指组织中各平行部门之间的信息交流。在项目实施过程中，经常可以看到各部门之间发生矛盾和冲突，除其他因素外，部门之间沟通不畅是重要原因之一。保证平行部门之间沟通渠道畅通，是减少部门间冲突的一项重要措施。

(3) **单向沟通与双向沟通**。单向沟通是指发送者和接收者两者之间的位置不变（单向传递），一方只发送信息，另一方只接收信息的方式。这种方式信息传递速度快，但准确性较差，有时还容易使接收者产生抗拒心理。双向沟通中，发送者和接收者两者之间的位置不断交换，且发送者是以协商和讨论的姿态面对接收者，信息发出以后还需及时听取反馈意见，必要时双方可进行多次重复商谈，直到双方共同明确和满意为止，如

交谈、协商等。其优点是沟通信息准确性较高，接收者有反馈意见的机会，产生平等感和参与感，增加自信心和责任心，有助于建立双方的感情。

**（4）书面沟通和口头沟通。**通过书面文字或口头表达语言进行沟通。

**（5）言语沟通和肢体语言。**肢体语言包括身体语言、面部表情和讲话声调，是项目沟通的主要组成部分。有人通过对各种沟通方法的分析与比较，发现在项目进行过程中有 50%以上的沟通是属于非语言沟通。主动聆听是指接收者通过对发送者提供信息的反应（赞同、反对或要求进一步阐述其相关内容）来证明他正在认真聆听。

项目管理中常用的沟通类型包括正式书面、非正式书面、正式口头和非正式口头四类，详见表 21-2。选择合适的沟通方法并不困难。例如，当需要立即采取措施时，书面和口头沟通是最好的沟通方法。而当解决争端或批评某一团队成员，非正式口头沟通是必要的。

表 21-2 项目的沟通类型

沟通方法	适用场合
正式书面	项目计划、项目章程等较复杂的问题
非正式书面	备忘录、电子邮件、工程师笔记等
正式口头	演讲、介绍
非正式口头	谈话等

口头沟通是一种发送信息的有效方式，但是技术专业人员有忽视非正式沟通的倾向。与此相反的是，许多非技术专业人员，从同事到领导，更愿意以非正式的形式和双向的会谈来听取重要的项目信息，他们不愿通过看成堆的文件、电子邮件或网页来发现有关的信息。

有效地发送信息依赖于项目经理和项目团队成员良好的沟通技能。沟通包括许多不同的方式，如写、说和听。在日常事务中，项目的全体职员需要使用所有这些沟通方式。口头沟通往往可以借助会议和非正式的谈话，有助于公开某些积极的或消极的重要信息。在项目管理工作，电子邮件不是值得推广的信息发送的有效工具。

项目管理工作中，还需了解下列内容：

- （1）大约 55%的沟通是非语言沟通；
- （2）体态语言、面部表情和声调在沟通中作用显著；
- （3）开放式问题（Open Question）问“什么”与“为什么”，可以促进沟通。开放式问题不能用“是”或“不是”来回答。

### 3. 沟通障碍

在沟通过程中出现大量信息在上行沟通或下行沟通过程中损失掉的现象，称为过滤。过滤的起因是语言、文化、智力、信息内容、可信度、信誉、组织结构和历史因素。过滤是项目中沟通的障碍因素。信息系统项目管理中，有效项目沟通的障碍如下所示。

- (1) 缺乏清晰的沟通渠道;
- (2) 发送者与接收者存在物理距离;
- (3) 沟通双方彼此技术语言不通;
- (4) 分散注意力的环境因素 (噪声);
- (5) 有害的态度 (敌对、不信任);
- (6) 权力游戏、滞留信息、隐藏议程与敌对情绪等。

沟通障碍会增加项目中的冲突,而一般冲突问题的解决都需要借助有效的沟通手段,所谓“解铃还需系铃人”。如果由于某一外界干扰因素使沟通方不能集中注意力于某一对象,则这类因素就是噪声。所有沟通的障碍因素都是噪声,但并非所有的噪声都导致沟通障碍。

#### 21.2.4 项目经理在沟通中的作用

项目经理在沟通中的作用非常明显,主要体现以下几点。

- (1) 项目经理 90%的时间花在沟通上。
- (2) 项目经理必须谙熟与下列几种人的沟通技巧。
  - 高层管理者、项目组成员、竞争资源的项目团队。
  - 客户。
- (3) 项目经理在沟通中的中心角色。
  - 主持协调者 (facilitator)、协调者 (coordinator)、领导。
  - 调解人 (communications referee) (或冲突解决者 (conflict solver))、谈判者 (negotiator)。
  - 聆听者 (listener)、解释者 (interpreter), 避免制造障碍, 综合信息, 管理信息流。

项目经理必须控制沟通,但是不能控制所有信息。

#### 21.2.5 保证团队沟通顺畅的六点措施

(1) **有效的沟通者 (An Effective Communicator)**。项目经理必须意识到沟通是双向的,项目经理必须鼓励反馈和达成意见一致。

(2) **发布者 (An Expediter)**。项目经理必须将人们集合起来,建立组织和沟通关系,形成正式 (报告、责任) 和非正式沟通渠道。

(3) **避免沟通阻断器 (Avoid Communication Blockers)**。“决不会有用”“老板不会喜欢”“让我们现实一点”等语言常常导致沟通的阻断。

(4) **紧密矩阵式结构 (Tight Matrix)**。项目经理应该为来自各职能部门的所有项目团队成员分配一个单独的办公空间,以减少干扰,使整个团队的工作都集中在相同问

题上。

**（5）指挥室（War Room）。**无论出于哪种目的，项目团队集合在一个单独的地方有利于提高沟通水平。团队成员可以看到进度的目前状态，例如，更新的进度计划与挣值偏差。

**（6）有效的会议（Effective Meetings）。**对于会议必须进行计划、准备和贯彻。会议目的一定要清楚，议程必须预先准备好，会议记录分给大家。启动会议、头脑风暴法和合意是项目中常用的会议形式，召开高效会议的建议将在下文中介绍。

- 启动会议（kickoff meeting）。启动会议非常重要，会议目标如下：团队成员彼此会面，建立工作关系；建立责任关系，并且设定团队目标；审查项目计划与状态。
- 头脑风暴法（brainstorming）。头脑风暴法是一种用于产生思想与备选方案的集体方法。召开头脑风暴会议的目的：就大家清楚了解的某一主题或问题，产生许多想法。为保证大家都集中于会议的议题，并记录下所有想法，重要的是委派一名会议主持协调人（facilitator）与记录员。
- 合意（consensus）。合意是一种决策方式，使大伙达成的一致协议。它对沟通很利，不过比较复杂并耗费时间。有时与会者按多数原则制订的决策也有可能是错误的，很多时候“真理掌握在少数人手中”。

## 21.3 项目沟通管理机制

### 21.3.1 报告绩效

报告绩效（Performance Reporting）是一个收集并发布项目绩效信息的动态过程，包括状态报告、进展报告和项目预测。项目干系人通过审查项目绩效报告，可以随时掌握项目的最新动态和进展，分析项目的发展趋势，及时发现项目进展过程中所存在的问题，从而有的放矢地制订和采取必要的纠偏措施。项目管理计划和工作绩效信息是该过程输入的重要内容。绩效报告的主要输出包括：状态报告、进展报告、项目预测和变更请求。

绩效报告的依据也包括项目工作绩效信息、项目管理计划，其他项目记录（文件）也不可缺少。绩效评审、偏差分析、趋势分析、挣值分析是绩效报告过程的常用工具和技术。

**（1）状态报告（Status Reports）：**描述项目在某一特定时间点所处的项目阶段。状态报告是从达到范围、时间和成本三项目标上讲项目所处的状态。用量化数据回答“已经花费多少资金？完成某项任务要多久？工作是否如期完成？”等项目状态问题。状态报告根据项目干系人的不同需要有不同的格式。例如，某企业信息化项目需求分析阶段结束时进度指数 30%，成本指数 20%。

**(2) 进展报告 (Progress Reports):** 描述项目团队在某一特定时间段工作完成情况。信息系统项目中, 一般分为周进展报告和月进展报告。项目经理根据项目团队各成员提交的周报或月报提取工作绩效信息, 完成统一的项目进展报告。表 21-3 为某软件公司在信息系统研发项目中使用的周报模板。

表 21-3 某软件公司在信息系统研发项目中使用的周报模板

项目周报			
项目名称		项目代号	
项目状态		项目经理	
报告时间段		报告日期	
项目组成员			
本报告期间计划工作及成果	本报告期间实际工作内容及成果	与计划相比新增工作内容及原因	与计划相比未完成工作及原因
下阶段计划工作及成果	存在的问题和对策	配置管理工作概述	质量保证活动概述
项目大事记	客户反馈意见	测试情况	项目负责人陈述项目情况
本报告期间实际工作量 (小时)		需要的支持	
成员 1:			
成员 2:			
成员 3:			
成员 4:			
成员 5:			
总计:			
平均:			
本周工作评价 (五分制)			

**（3）项目预测（Project Forecasting）：**在历史资料和数据的基础上，预测项目的将来状况与进展。根据当前项目的进展情况，预计完成项目还要多长时间，还要花费多少成本。

挣值分析是最常用的绩效量度方法，将范围、成本、进度量度综合到一起，以帮助项目管理班子评估项目绩效。挣值分析包括计划价值（PV）、实际成本（AC）和实现价值（EV）三项关键数值。成本变差（CV）（ $CV=EV-AC$ ）、进度变差（SV）（ $SV=EV-PV$ ）、成本绩效指数 CPI（ $CPI=EV/AC$ ）和进度绩效指数 SPI（ $SPI=EV/PV$ ）等指标。表 21-4 所示为项目绩效报告样例表。

表 21-4 项目绩效报告样例表

工作分解 结构要素	预算	挣值	实际成本	成本偏差		进度偏差		绩效指数	
	PV (¥)	EV (¥)	AC (¥)	EV-AC (¥)	CV/EV (%)	EV-PV (¥)	SV/PV (%)	CPI EV/AC	SPI EV/PV
项目前期准备	63000	58000	62500	-4500	-7.8	-5000	-7.9	0.93	0.92
需求分析阶段	64000	48000	46800	1200	2.5	-16000	-25.0	1.03	0.75
系统概要设计	23000	20000	23500	-3500	-17.5	-3000	-13.0	0.85	0.87
系统详细设计	68000	68000	72500	-4500	-6.6	0	0.0	0.94	1.00
编码阶段	12000	10000	10000	0	0.0	-2000	-16.7	1.00	0.83
测试阶段	7000	6200	6000	200	3.2	-800	-11.4	1.03	0.89
实施与维护	20000	13500	18100	-4600	-34.1	-65000	-32.5	0.75	0.68
总计	257000	223700	239400	-15700	-7.0	-33300	-13.0	0.93	0.87

绩效报告的另一种重要方法是状态评审会议。状态评审会议能突出一些重要项目文件提供的信息，迫使项目组成员对他们的工作负责，以及对重要的项目问题进行面对面的讨论。项目经理可以按周或月召开状态评审会议来交换重要的项目信息，激励项目成员在自己负责的项目部分上取得进展。

### 21.3.2 项目干系人管理与项目客户关系管理

项目干系人管理就是对项目沟通进行管理，以满足信息需要者的需求并解决项目干系人之间的问题。积极地管理项目干系人，提高了项目因为项目干系人之间存在未解决问题而偏离的可能性，提高操作人员的能力，避免他们在项目进行期间产生较强烈的矛盾。项目经理通常负责项目干系人的管理。项目客户关系管理（Project Customer Relationship Management, PCRM）是把客户关系管理（Customer Relationship Management, CRM）理念引入到信息系统项目管理中产生的研究成果，在项目中应用的意义和范围正逐渐地加深和扩大。

项目客户关系管理的核心理念是提高其客户满意度。理解和定义客户的价值，进而

在此基础上定义客户关系管理的目标,必须首先识别和定义项目的客户。实践证明,在项目众多的利益相关者中识别项目客户并不是一件容易的事,最常犯的错误就是将项目的使用者作为客户。

项目客户关系管理是通过持续改进以提高客户满意度为中心,不断实现对项目质量、成本、进度的控制,建立适应客户不断变化需求的灵活的组织结构,以客户全面满意为目标,最终与客户建立长期良好的合作关系,实现双赢的管理方法。图 21-3 所示为项目客户关系管理的定义过程。

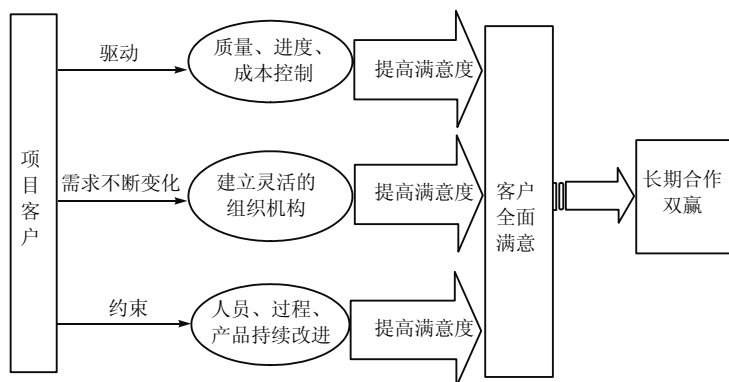


图 21-3 项目客户关系管理定义过程

项目客户关系管理的重要性主要体现在以下几个方面。

- (1) 项目客户关系管理有助于项目的获取。
- (2) 项目客户关系管理有利于项目的顺利实施。
- (3) 项目客户关系管理有助于项目成果的交付。
- (4) 项目客户关系管理有助于提高组织的竞争力。

项目客户关系管理实施成功与否的一个直接结果就是产生两种不同的客户,满意的客户和不满意的客户。实践证明,满意的客户所带来的收益远远大于不满意的客户。此外,留住客户的维护成本是获得新客户成本的 1/6。对于以客户为驱动的项目而言,有一点是非常重要的:尽可能使客户满意,留住老客户,而不是盲目地开发新客户。

根据帕累托的 80-20 原则,项目组织 80%的收益来自 20%高忠诚度的客户。企业必须重视高忠诚度客户的价值,他们是项目组织基本利润来源的保证;由于他们与项目组织的长期合作,已达到相互信任、相互尊重,对组织的情况更为了解,组织的运作也更为熟悉,这就大大降低了组织的客户获取成本和运营成本;他们有利于项目组织的持续改进;便于组织竞争力的提高;他们还是好项目的义务宣传员。表 21-5 所示为满意的客户与不满意的客户的比较。

表 21-5 满意的客户与不满意的客户的比较

满意的客户	不满意的客户
满意的客户愿意提供更多的项目	70%以上的不满意客户不愿意再次提供项目
非常满意的客户会与你终身合作	极度不满意的客户会提前终止项目
满意的客户会将经历告诉给另外 5 个潜在客户	不满意的客户会将经历告诉给另外 9 个潜在客户
满意的客户会有较少的变更	不满意的客户会有较多的变更

项目客户关系管理着眼于客户的全面满意,在项目过程中持续改进提高项目组织的工作绩效。客户关系管理实施的好坏,很大程度上决定了项目的长期利益和市场竞争力的提高。随着信息技术的高度发展,项目团队和客户之间的无障碍沟通已可实现。另外,随着市场竞争的日趋激烈,项目客户关系管理的重要性将越来越突出。作为项目管理的一个新课题,项目客户关系管理中的许多环节,如提高项目客户忠诚度、建立适应客户不断变化的需求的组织机构、客户参与机制等方面仍需要进一步研究。

## 21.4 如何改进项目沟通

### 21.4.1 使用项目管理信息系统 (PMIS) 辅助沟通

项目管理的复杂性要求有合适的工具辅助项目管理人员进行项目管理工作。项目管理信息系统 (PMIS) 是用于收集、综合和分析项目管理过程输出的工具和技术。通常用来支持项目从启动到收尾的各个方面,可分为人工系统和自动系统。这里主要指能够帮助项目进行范围管理、时间管理、成本管理、采购管理、风险分析等综合功能的管理信息系统。PMIS 一般包含两块核心的功能:计划和控制。计划系统主要围绕质量、时间、成本三大目标,辅助完成项目计划工作,如工作结构分解 (WBS),进度计划 (网络图、甘特图) 绘制,CPM,成本计划等。控制系统主要提供一些控制手段,以领导和协调项目组织的各种要素,包括人力资源、工程设计、原材料和财务等部门。

目前市场上大概存在 150 多种产品化的 PMIS 工具软件,美国 Primavera 公司的产品 Primavera Project Planner (简称 P3),是国际上流行的高档项目管理软件,已成为项目管理的行业标准。ABT 的 Project Management Workbench (PMW) 是综合功能的管理信息系统,在国内一些大中型的软件企业中应用得较好。Microsoft 公司的 Project 2000 也使用得较好。当然基于成熟 PMIS 产品原型,结合软件企业自身特点,开发基于 Web 的 PMIS 是一种趋势。

实践证明,透明的项目进展状态有利于避免工程的延迟,超过预算或者质量低下。IT 企业需要一个专用的项目管理信息系统来整合时间、预算、范围、质量等目标。项目信息管理的效率和成本将直接影响项目管理其他环节的工作效率、质量和成本。软件



企业必须结合企业实际,按照项目管理的方法,结合信息管理系统的特点,让信息系统更好地为项目管理服务,加强项目控制与项目组建的信息沟通。

项目管理信息系统一般需要具备以下几方面的功能:

- (1) 预算和成本控制功能;
- (2) 排定任务日程功能;
- (3) 计划与进度安排功能;
- (4) 资源管理功能;
- (5) 监督和跟踪项目功能;
- (6) 可视化管理功能;
- (7) 报表管理功能;
- (8) 与其他专业应用软件交换信息的功能;
- (9) 处理项目群和子项目的功能;
- (10) 工作排序和信息筛选功能;
- (11) 文档信息安全性保护功能;
- (12) 用于预测分析功能。

PMIS 的这些功能不一定在一个系统中完全实现,有很多项目管理信息系统可能只实现其中的一个或几个功能,还有一些系统干脆就是分离的,就某项功能开发一套软件。实践表明,项目管理信息系统(PMIS)开发建设和有效使用对于保证沟通顺畅作用相当明显。

### 21.4.2 建立沟通基础结构

沟通基础结构(Communications Infrastructure)是一套工具、技术和原则,为项目信息传送提供一个基础。工具包括电话机、传真机、电子邮件、项目管理信息系统、视频会议系统、文件管理系统及文字处理程序等;技术包括报告指导方针、文档模板、会议基本规则和程序、决策过程、解决问题的方法、冲突解决和协商技术及与此相似的技术;原则包括提供开放式对话的环境,使用“率直交谈”和遵照公认的工作道德规范。

1999 年,微软执行总裁比尔·盖茨在他写的《未来时速:数字神经系统与商务新思维》一书中建议,组织应当发展沟通基础结构或“数字神经系统”,以便使公司内部及公司与顾客、供应商和其他商业伙伴之间的信息快速流动。盖茨提出在一个竞争性的商业环境,组织如何收集、管理、使用信息将决定他们的成败。在一次会见中,盖茨提到系统辅助项目管理,实行这种系统的公司确实与众不同。

### 21.4.3 使用项目沟通模板

为使项目中日常沟通更容易,组织项目管理部门需要为一般的项目沟通建立一些范



项目团队在编制他们的沟通管理计划时，应当同时确定什么模板可用于关键的文件。为了使模板的使用更便利，组织应当使项目模板在线可用，当然最好的选择是把各种文档模板集成到一个组织级基于内网 Intranet 的项目管理信息系统（PMIS）中。项目团队也应当理解高级管理层和客户对特定项目文档的期望。

#### 21.4.4 把握项目沟通基本原则

在信息系统项目中，为了提高沟通的效率和效果，需要把握如下一些基本原则。

**（1）沟通内外有别。**团队同一性和纪律性是对项目团队的基本要求。团队作为一个整体对外意见要一致，一个团队要用一种声音说话。在客户面前项目组人员表现出对项目信心不足、意见不统一、争吵等都是比较忌讳的情况。

**（2）非正式的沟通有助于关系的融洽。**在需求获取阶段，常常需要采用非正式沟通的方式与客户拉近距离。在私下的场合，人们的语言风格往往是非正规和随意的，反而能获得更多的信息。

**（3）采用对方能接受的沟通风格。**注意肢体语言、语态给对方的感受。沟通中需要传递一种合作和双赢的态度，使双方无论在问题的解决上还是在气氛上都达到“双赢”。

**（4）沟通的升级原则。**需要合理把握横向沟通和纵向沟通关系，以有利于项目问题的解决。“沟通四步骤”反映了沟通的升级原则：第一步，与对方沟通；第二步，与对方的上级沟通；第三步，与自己的上级沟通；第四步，自己的上级和对方的上级沟通。

**（5）扫除沟通的障碍。**职责定义不清、目标不明确、文档制度不健全、过多使用行话等都是沟通的障碍。必须进行良好的沟通管理，逐步消除这些障碍。

#### 21.4.5 发展更好的沟通技能

有些人似乎天生就有很好的沟通能力，有些人则有学习技术技能的诀窍，但很少发现有人天生就拥有上述两种技能。然而，沟通技能和技术技能都能学习提高，多数 IT 专业人员因其技术技能而得以进入这个领域。多数人发现沟通技能是提升职位的关键，特别是如果他们想成为优秀的项目经理。

沟通技能培训通常包括角色扮演活动，通过这些活动让参与者建立协同的观念。培训课还为参与者提供机会去发展在小组中沟通的特殊技能。着重表达能力的培训课通常把参与者的表现记录在录像带上，多数人看到录像带中自己言语上的特殊习惯感到惊讶，喜欢这种提高他们技能的挑战。在沟通和表达培训方面，很小的投资就能为个人、项目和组织带来巨大的回报，这些技能比他们在技术培训课上学到的许多技能有更长的生命力。

领导阶层要帮助改善沟通。如果高级经理允许职员发表令人讨厌的讲演、书写马虎

的报告或在会上行为表现拙劣。那么职员就不会想着要去提高他们的沟通能力。高级经理必须设置较高的期望，以身作则进行领导。一些组织把所有的 IT 专业人员送去培训，以提高技术技能和沟通技能；一些组织在项目进度计划中留出时间准备重要报告和讲演草稿，并将反馈信息组合到草稿中；一些组织在计划中包括了与顾客进行非正式会谈以发展彼此关系的时间；一些组织甚至指派职员协助进行关系管理。

#### 21.4.6 认识和把握人际沟通风格

认识和把握人际沟通风格，针对不同沟通风格的人，“个性化定制”，采用对方喜欢的方式去沟通，就会取得好的沟通效果。

要解决由于文化背景、工作背景、技术背景等因素造成的人们沟通过程中的偏差，需要了解影响沟通的重要因素之一，即人际沟通风格。不同的人说同样的事会用不同的方式，原因是人们拥有不同的人际沟通风格。人际沟通风格可以简化为四种类型，即理想型、实践型（操纵型）、表现型（亲和型）、理性型（分析型），四种风格有各自的表现特征。

（1）**理想型**：关注“事件对谁有益，能从中获得何种成就感”。

（2）**实践型（操纵型）**：关注“事件的老板是谁，利益是什么，最核心的目标是什么”。

（3）**表现型（亲和型）**：擅长在沟通中创造一个融洽的氛围，但对沟通表现出跳跃型，让人不明白其真正想表达的中心思想。

（4）**理性型（分析型）**：做事比较稳重，往往需要在掌握足够信息后，经过复杂的数据运算，才能得出结论。

#### 21.4.7 进行良好的冲突管理

冲突管理是利用沟通技能创造性地处理项目冲突的艺术。冲突管理的作用是引导这些冲突的结果向积极的、协作的而非破坏性的方向发展。许多信息系统项目都具有很高的风险，这些项目要求项目组成员付出巨大努力，花费高昂，占用重要的资源，对组织内的工作方式有广泛的影响。当风险高时，冲突就不可避免；当潜在的冲突高时，良好的沟通就是必要的。在这个过程中，项目经理则是解决冲突的关键人物。

项目经理必须认识到并非所有的冲突都是有害的。事实上，冲突经常是有利的。冲突经常能够产生重要的成果，比如，好的建议，更好的解决方案，以及更加努力的工作 and 更好合作的积极性。如果在项目的不同方面没有冲突的意识，那么项目的团队成员就会变得迟钝，缺乏创造性和创新性。沃顿管理学院的卡伦·杰恩（Karen Jehn）教授通过调查指出，在项目目标和如何达到目标方面产生的与任务相关的冲突，经常能够提高项目团队的绩效。而由于个性碰撞和误解产生的情感冲突，常常会影响项目团队的绩效。

项目经理应该创造一个环境，鼓励和保证冲突发挥其积极作用。

在信息系统项目中，冲突可能来自不同方面，可能来自项目内部，也有可能来自组织内的其他项目。常见的冲突包括：进度、项目优先级、资源、技术、管理过程、成本和个人冲突等。而产生这些冲突的原因包括：项目的高压环境、责任模糊、多个上级的存在、新技术的流行等。良好的沟通技能是解决一切冲突的基础，解决冲突的五种基本策略如下。

**(1) 解决问题 (Problem Solving):** 利用解决问题的方法，允许受到影响的各方一起沟通，以消除他们之间的分歧。通过这种方法，队员直接正视问题，正视冲突，要求得到一种明确的结局。直接面对冲突是克服分歧、解决冲突最积极的有效途径，也称为面对模式 (Confrontation Mode)。

**(2) 妥协 (Compromise):** 项目经理利用妥协的方法解决冲突，他们讨价还价、寻求解决方法，使冲突双方能在一定程度上满意。协商并寻求冲突双方在一定程度上都满意的方法是该策略的实质，该方法的主要特征是寻求一种折中方案。尤其在两个方案势均力敌、均分优劣时，妥协也许是较为恰当的解决方式，但这种方法不一定总是可行。

**(3) 圆滑 (Smoothing):** “求同存异”是该策略的本质，即尽力在冲突中强调意见一致的方面，最大可能地忽视差异。作为一种缓和或调停冲突的方式，并不利于问题的彻底解决。

**(4) 强迫 (Forcing):** 采用“非赢即输”的方法来解决冲突，通过牺牲别人的观点来推行自己的观点。认为在冲突中获胜要比勉强保持人际关系更加重要，这是一种积极解决冲突的方式。当然，有时也可能出现一种极端的情形，如用权力进行强制处理，可能会导致队员的怨恨，恶化工作的氛围。具有竞争或独裁管理风格的经理喜欢这种模式。

**(5) 撤退 (Withdrawal):** 是指卷入冲突的某方从一个实际的或可能的不同意见中撤退或让步，这是最不令人满意的冲突处理模式。

项目通常处于冲突的环境之中，但冲突也并非“洪水猛兽”，如果处理得当，它能极大地促进项目工作的完成。冲突能将问题及早地暴露出来并引起团队成员的关注；冲突促进项目团队寻找新的解决办法，培养队员的积极性和创造性，从而实现项目创新；它还能引发队员的讨论，形成一种民主氛围，从而促进项目团队的建设。

项目经理要开发和利用人力资源与沟通技能来帮助识别和减少项目冲突，这是至关重要的。发展合作技能的核心能力包括：冲突的解决、协商和调停。这些技能对于任何领域的项目经理都是非常重要的。

#### 21.4.8 召开高效的会议

会议是项目沟通的一种重要形式。一个成功的会议能成为鼓励项目团队建立和加强对项目的期望、任务、关系和责任的工具。失败的会议会对一个项目产生负面的影响。例如，一个糟糕的启动会议 (Kickoff Meeting) —— 在项目或项目阶段开始时举行的会

议。所有重要的利益相关者在会上讨论项目目标、计划等，这样可能会使一些重要的利益相关者决定不再支持该项目，许多人抱怨他们的时间浪费在一些不必要的或者缺乏计划的、糟糕的会议上。

在某些组织中，员工曾经需要参加一些效率低下的会议，并且自己会被召去开几个小时完全不相干的会议。对于人员工资相对较高的信息系统行业，低效会议的机会成本是相当大的。下面一些建议有助于使花在会议上的时间更有效。

- (1) 事先制订一个例会制度。
- (2) 放弃可开可不开的会议。
- (3) 明确会议的目的和期望的结果。
- (4) 发布会议通知。
- (5) 在会议前将会议资料发给参会人员。
- (6) 可以借助视频设备。
- (7) 明确会议议程和规则（指定主持人并明确其职责）。
- (8) 会议要有纪要，会议后要总结，提炼提纲。
- (9) 做好会议的后勤保障。

## 21.5 项目案例分析

某公司是某市一家大型股份制软件企业，具有较强的政府背景，公司主要以电子政务系统集成和金融信息系统集成为主要业务方向。目前该公司正在进行某政府机关的办公自动化系统研发项目。项目经理在项目组中本来负责软件开发设计，开发后期由于原项目经理离职，被任命为新项目经理。经过5个月的时间，整个系统于2个月前按进度计划开发完成，目前系统处于试运营阶段，运行情况良好。但是项目一直没有结项，项目中出现以下几个问题：

(1) 频繁的需求变更。由于客户为机关单位领导，客户不断提出一些变更，项目经理就要处理变更需求；

(2) 客户的工作效率低、节奏慢，很小的内部分歧也需要开会讨论。在项目实施过程中，单方面严重拖延实施进度，使项目不能按进度结项，造成项目延期；

(3) 客户与公司关系特别密切，不能完全按照合同进展，对合同规定的阶段验收不予回应，这些问题需要公司老总出面才能协调，项目经理控制协调力明显乏力。

分析要点：该案例是目前电子政务软件公司面对的一个典型问题。多数信息系统项目的失败在于项目范围的随意变更，国内政府部门拖沓的工作作风和领导意志一向令以行动迅速著称的IT业内人士感到无所适从，这也是许多电子政务项目没能取得预期效果的一个重要原因。需要明确的一点是，作为项目结果的接收者，客户的要求应该是放在第一位的，项目是为了客户而存在的，应对客户需求变更产生的风险正是一个成熟的

团队需要具有的能力。但是如何应对这种局面是需要市场和技术部门的配合,以及公司高层的协调才可以较好地避免或减少上述案例的发生。

加强沟通管理,与客户的沟通要掌握好一定的技巧,如果客户领导提出不必要变更的需求,项目经理可以提出一定的交换条件,如延长项目周期,增加项目费用等。列举一些变更给系统带来的困难,以便给提出变更的客户压力,而随着压力的积累,客户再次提出变更时会有压力而变得谨慎。

## 21.6 小结

许多专家都认为信息系统项目失败的重要原因是沟通的失败。沟通是人与人之间传递和交通信息的过程,对于项目取得成功是必不可少的。掌握沟通模型、沟通渠道、沟通方法、沟通类型与沟通障碍等基本知识有利于加强对项目沟通管理的认识。项目经理在沟通中的作用非常明显,六点措施可以保证项目团队沟通顺畅。

项目沟通管理包括规划沟通管理、管理沟通和控制沟通等过程。规划沟通管理过程确定项目干系人的信息和沟通需求:谁需要何种信息,何时需要,以及如何向他们传递。管理沟通过程是根据沟通管理计划,进行生成、收集、分发等处理项目信息的过程。控制沟通过程是在整个项目生命周期中对沟通进行监督与控制,以确保满足干系人的需求。

为了改善项目的沟通,可以使用项目管理信息系统(PMIS)辅助沟通,建立沟通基础结构和使用项目沟通模板。沟通需要把握好一些基本原则,项目经理和项目团队应发展更好的沟通技能,认识和把握人际沟通风格,进行良好的冲突管理使冲突向有利的方向发展。项目管理工作要掌握召开高效的会议技巧。

由沟通问题引发的一系列项目问题在电子政务建设项目中非常典型,而这些问题的解决需要借助有效率和有效果的沟通。

## 第 22 章 项目干系人管理

项目干系人管理主要是识别干系人，分析他们的期望和对项目的影响，制定一个切实可行的干系人参与的策略。同时还需要管理干系人参与，解决实际出现的问题，促进干系人积极参与项目。

项目干系人管理包括以下几个过程：识别干系人、规划干系人管理、管理干系人参与和控制干系人参与。

识别干系人：识别能影响项目的个人或组织，以及被项目影响的个人或组织，并分析和记录他们的相关信息的过程。

规划干系人管理：根据对干系人需求、利益的潜在影响分析，制定出合理的策略，以有效调动干系人参与的过程。

管理干系人参与：在整个项目生命周期中，与干系人进行沟通和协作，以满足其需求与期望，解决实际出现的问题，并促进干系人合理参与的过程。

控制干系人参与：全面监督项目干系人之间的关系，调整策略和计划，以调动干系人参与项目活动的过程。

干系人有些对项目会很消极，有些处于无所谓的状态，当然也有大力支持这个项目的，所以对于项目经理来说，应该要把消极的干系人尽量变成积极的。有些干系人的影响能力很有限，而有些干系人会对项目产生重大影响，项目经理需要正确识别并合理管理干系人，以使得项目成功。

图 22-1 概述了项目干系人管理的每个子过程，项目干系人管理在信息系统项目管理师考试中属于低频考查的章节。由于项目干系人管理是 PMBOK 第五版新增的内容，所以之前很多年份的统计是没有什么参考价值的，不过从 2016 年下到 2017 年下一共三次考试中，每次都在上午卷中出现了一道题。下午案例分析中还没有出现过项目干系人管理的题目，不过在案例分析题中有问到此项目存在哪些问题的时候，可能会出现关于项目干系人管理不当导致项目出现某些问题的情况。





图 22-1 项目干系人管理

## 22.1 识别干系人

识别干系人的主要作用是帮助项目经理建章立制，建立对干系人的关注。本过程的输入有项目章程、采购文件、事业环境因素、组织过程资产。项目章程来自项目整合管理制定项目章程的输出。项目章程中提供了各个干系人的部分信息。采购文件来自项目采购管理规划采购管理的输出。基于某个合同或是采购活动的结果成立的项目，合同的各方都是项目关键的干系人。可能影响识别干系人的事业环境因素包括：组织文化和结构，政府或行业标准和全球区域或当地趋势、习惯等。可能影响识别干系人的组织过程资产包括：干系人登记册模板、以往项目或阶段的经验教训和以往项目的干系人登记册。

## 22.2 规划干系人管理

规划干系人管理的作用是为项目干系人的互动提供具有可操作性的计划，以达到支持项目的目的。规划干系人管理的输入有：项目管理计划、干系人登记册、事业环境因素和组织过程资产。

项目管理计划来自整合管理制定项目管理计划过程的输出。用于制定干系人管理计划的信息包括：对如何执行项目以实现项目目标的描述；变更管理计划，规定将如何监控变更和干系人之间的沟通需要和沟通技术。

干系人登记册来自前一个过程的输出，干系人登记册中的信息对项目干系人的参与方式计划有帮助。所有的事业环境因素都是本过程的输入，因为对干系人的管理要与项目环境相适应。所有的组织过程资产也都是本过程的输入，其中经验教训和历史信息特别关键，因为能够了解以往干系人管理计划。

规划干系人管理的工具与技术包括专家判断、会议和分析技术。

规划干系人管理的输出有干系人管理计划和项目文件更新。干系人管理计划是为了有效调动干系人参与而制定的管理策略。通常包括：关键干系人的所需参与程度；干系人变更的范围和影响；干系人之间的相互关系和潜在交叉和现阶段的干系人沟通需求。

## 22.3 管理干系人参与

管理干系人参与就是满足他的需求，执行这个计划。管理干系人参与也是贯穿整个项目生命周期。其工作内容是满足需求和期望，解决实际问题，促进参与项目程度。这个工作的价值是提升干系人支持、降低其抵制，提升项目成功机会。

管理干系人参与过程需要调动干系人适时参与项目，获得他们的承诺。通过协商和

沟通，管理干系人的期望，使期望变成需求，然后进行量化，变成一种目标。

管理干系人参与过程还要处理尚未成为问题的干系人关注点，这个一个阶段干系人可能会关注什么，下一个阶段干系人可能会关注什么，有可能这个阶段张三不是关键的干系人，但是下一个阶段张三就是关键的干系人了。所以并不是等张三成为关键干系人才跟他沟通，而是在张三成为关键干系人之前，就要与张三建立良好的人际关系。

管理干系人参与的输入，第一个是干系人管理计划，就是按计划是怎么做的，这个干系人管理计划是宏观的策略。第二个是沟通管理计划，沟通管理计划是微观的行动。然后还有变更日志，其实就是干系人所关注的问题，这个问题通常会以变更日志的方式呈现出来。组织过程资产里会描述过往的人是如何做的。

管理干系人参与，需要用到沟通方法、人际关系技能和管理技能。沟通方法来自沟通管理，人际关系技能与管理技能来自人力资源管理。

管理干系人参与的输出包括：问题日志、变更请求、项目管理计划更新、项目文件更新和组织过程资产更新。问题日志，其实就是干系人所关注的问题，应该尽可能早的和快的去落实人员去解决。并且需要提供几月几号之前汇报的信息。这个问题日志，就是记录问题，落实问题的责任人，以及解决问题的时间节点。在管理干系人参与过程中，可能需要提出变更请求。

## 22.4 控制干系人参与

控制干系人参与就是做三件事情。第一件事，效果好不好，第二件事，需不需要调整策略。第三件事，当结果无法改变的时候，如何通过控制干系人的参与来改变干系人对结果的态度。比如使用了浑身解数，这个项目的工期还是延期了三天，成本超过了百分之五，质量合格率也只有百分之九十，没有达到所期望的百分之九十五。其实我们很难去定义该项目是成功的还是失败的，因为成功还是失败取决于干系人。干系人满意了我们就说是成功的。当然可能会出现有些干系人觉得很满意，有些干系人觉得不够好。那到底成功还是失败也仅仅是相对的了。

那控制干系人参与怎么做的呢，第一，需要项目管理计划拿进来，第二个，问题日志，问题已经出现了，然后通过这些技术来改变大家的态度。还有工作绩效数据和项目文件。输出则与其他监控过程是一样的，一个信息，一个请求，三个更新。

## 第 23 章 项目风险管理

风险管理能力是项目经理重要的技能之一。项目计划和跟踪的能力是一个合格的项目经理必须掌握的技能，而强有力的风险管理则是优秀项目经理必备的能力。即使项目经过了详细周密的计划并进行跟踪，但如果没有控制好项目中的风险，项目仍然会超出成本和进度的预计。尤其对于软件项目而言，项目中的不确定因素比比皆是，风险管理的难度超出了其他行业，这也是大多数软件项目不能按计划完成的重要原因。

图 23-1 概述了风险管理的每个子过程，风险管理在信息系统项目管理师的考试中考查频率属于中等。上午卷中，从 2014 年到 2017 年的 8 次考试中，最少的一次考查了 2 分，最多的一次考查了 7 分。从知识点来看，上午卷中主要考查了风险识别，包括风险识别的概念，以及该过程的输入、输出、工具与技术。此外，还考察了风险定义、风险识别的概念、风险识别的输入和输出、风险的计算、规划风险应对的工具技术。2014 年到 2017 年，风险管理在下午案例题中没有单独出现过考题。但是可能会在案例题中出现一小问。这个小问题主要是考生根据案例找出这个项目存在的主要风险。

### 23.1 风险概述

#### 23.1.1 风险定义

虽然不能说项目的失败都是由于风险造成的，但成功的项目必然有效地进行了风险管理。任何项目都有风险，这是由于项目中总是有这样或那样的不确定因素，所以无论项目进行到什么阶段，无论项目的进展多么顺利，随时都会出现风险，进而产生问题。风险管理就是要争取避免风险的发生或尽量减小风险发生后的影响。那么什么是风险呢？

风险表达了一种概率，具有偶发性。对于项目中的风险可以简单地理解为项目中的不确定因素。从广义的角度说，不确定因素一旦确定了，既可能对当前情况产生积极的影响，也可能产生消极的影响。也就是说，风险发生后既可能给项目带来问题，也可能给项目带来机会。对于这两种性质不同的风险，在经典的项目管理理论中都属于风险管理的对象。不过从务实的角度来看，在软件项目中首先要管理好会产生消极影响的风险。

我们也经常把风险定义为会引起问题的不确定因素。软件项目中要着重管理好会带来问题的风险。风险与问题的关系如图 23-2 所示。

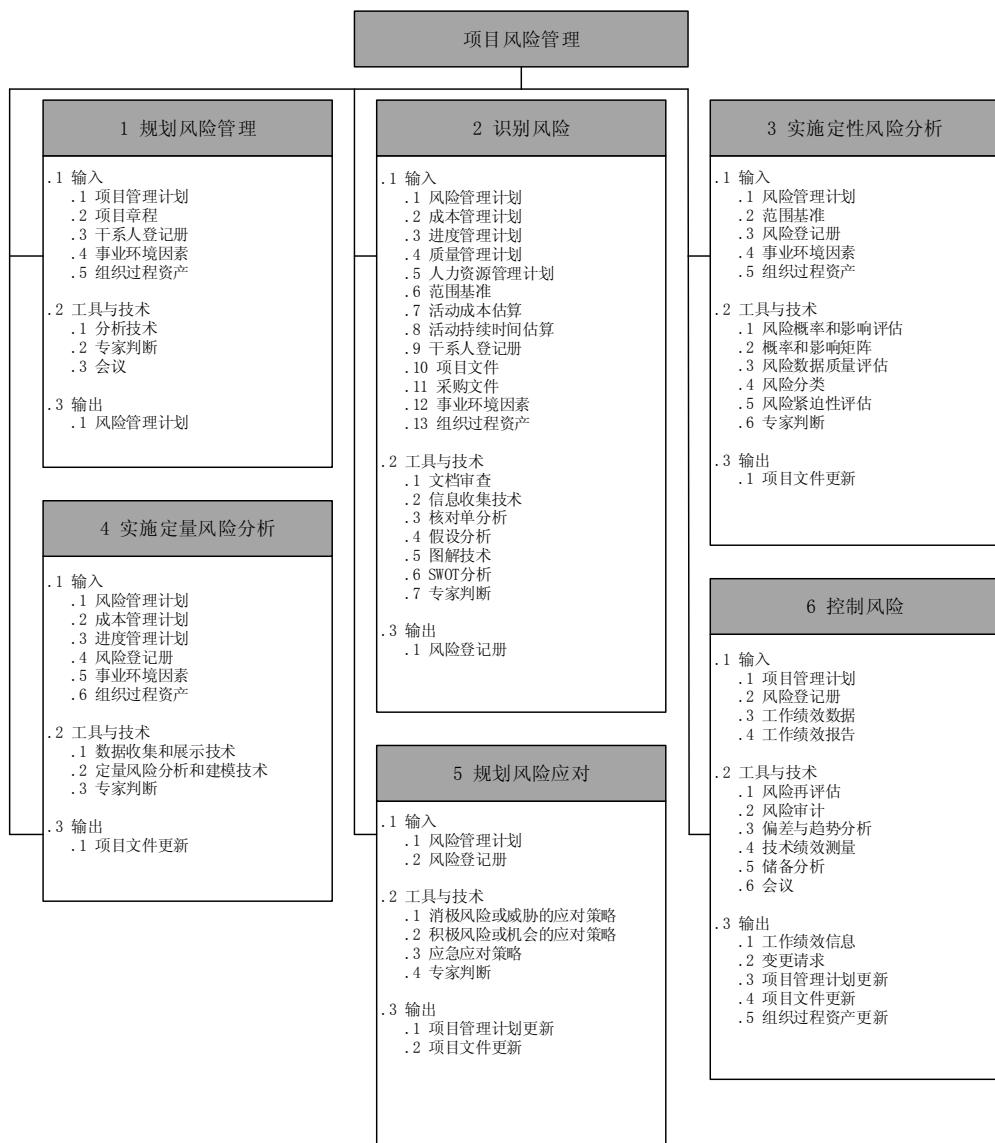


图 23-1 项目风险管理

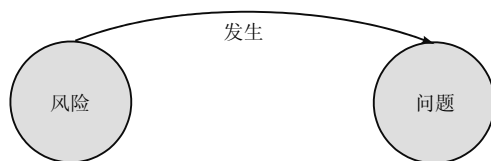


图 23-2 风险与问题的关系

风险并不是一发生就消失了。首先，历史经常会重演，只要引发风险的因素没有消除，风险就依然存在，它很可能在某个时候跳出来影响项目进程。例如，不充分的设计是一种常见的风险，这个风险在编码阶段转化为问题。但问题发生了并不意味着设计就充分了，如果没有采取相应的措施，设计的问题还会接二连三地冒出来。其次，对于整个项目来说，发生问题则意味着系统状态发生了变化，这种变化往往带来新的不确定因素，因而引发新的风险。例如，团队成员不稳定的风险也是项目中常见的，风险一旦发生，就会出现人员的流失，即便是补充了新的成员进来，但新成员能够在多长时间内熟悉问题域也会成为新的风险。图 23-3 所示为风险与问题的演变。

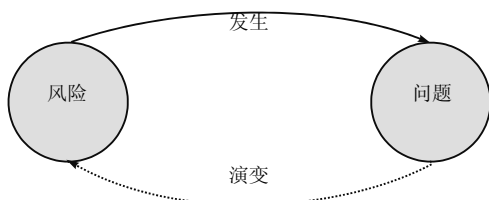


图 23-3 风险与问题的演变

不过，对于项目而言，风险不仅意味着问题的隐患，风险与机会并存，高风险的项目往往有着高的收益。相反，没有任何风险的项目（如果存在的话），不会有任何利润可图。作为项目经理要管理好项目中的风险，避免风险造成的损失，提高项目的收益率。

### 23.1.2 风险属性

如何完整地定义风险呢？显然仅仅使用自然语言描述是不够的。使用自然语言描述往往会忽略一些必要的风险特性。这些不完整的风险描述会模糊我们的认识，降低风险管理的作用，不能有效地预防风险。在风险管理中，通常使用一些属性更深入地描述风险，提高对风险的管理能力。一般来说，除了风险描述外，还有一些常见的风险属性如下。

- (1) 风险类型。
- (2) 风险发生概率，描述了风险发生的可能性。
- (3) 风险影响，如果风险一旦发生，将对项目造成什么样的影响。
- (4) 风险状态，一般可以分为开放、发生和避免三种状态。
- (5) 风险发生标志，判断风险发生与否的依据。
- (6) 风险消除标志，判断风险消失与否的依据。
- (7) 风险防范策略，如何预防风险的发生，降低风险发生的可能性。
- (8) 风险应对策略，风险发生后需要采取的措施。
- (9) 风险责任人，对该风险负责的人，通常会采取一些风险防范措施来预防风险的发生。

### 23.1.3 风险管理

项目需要以有限的成本，在有限的时间内达到项目目标，而风险会影响这一点。风险管理的目的是最小化风险对项目目标的负面影响，抓住风险带来的机会，增加项目干系人的收益。作为项目经理，必须评估项目中的风险，制订风险应对策略，有针对性地分配资源，制订计划，保证项目顺利进行。风险管理中包含以下 6 个主要活动。

- (1) **规划风险管理**——确定项目中风险管理活动的步骤。
- (2) **识别风险**——确定项目中可能存在的风险。
- (3) **实施定性的分析风险**——通过对风险的发生概率和潜在影响排定风险优先级，为后续的分析做准备。
- (4) **实施定量的分析风险**——量化分析风险对项目目标的影响。
- (5) **规划风险应对**——制订相应的策略，减轻风险对项目目标的影响。
- (6) **控制风险**——跟踪并监控识别出的风险，执行风险应对策略，并评估其在整个项目生命周期中的效果。

## 23.2 规划风险管理

“凡事预则立，不预则废”，规划风险管理是风险管理的开始环节，也是风险管理的关键环节。后续的风险识别、风险分析、风险跟踪都需要建立在风险管理计划的基础上。在风险管理计划中需要定义：风险管理活动、风险级别、类型等内容。一般在项目计划早期就要考虑项目中的风险管理计划。

### 1. 输入

(1) **项目管理计划**。我们通常会在初始项目计划中定义软件项目最基本的内容，如项目管理过程、软件生命周期等。不同的定义对项目中的风险有着不一样的影响，例如，生命周期采用标准瀑布模型的软件项目对需求变动的风险相当敏感；而采用迭代方式开发的软件项目对于迭代步长和增量的风险则更为关注。由此可见，初始项目计划也需要作为风险管理计划的输入。

(2) **项目章程**。项目章程中有个内容叫主要风险。由此我们可以知道这个项目的风险主要可能是技术，也可能是人力资源或是其他。

(3) **干系人登记册**。干系人登记册里面记录了干系人的需求和期望。

(4) **事业环境因素**。事业环境因素中特别强调组织或者委托人的风险偏好、风险承受度、风险临界值。这个就是干系人的风险承受度。能够影响规划风险管理过程的事业环境因素还包括风险偏好，这个组织是业务型的，还是风险偏好型的，如果是创新型的公司或组织，一般是喜好型的，失败一两个无所谓。如果是传统型的组织，那就是业务型的，失败一个项目都不行。所以一般要搞清楚一个组织的偏好是业务型的还是喜好

型的。业务型的风险管理压力就比较大，而喜好型的风险管理压力往往比较小。

还有承受度，落实到工期，落实到钱，把偏好量化就是承受度。比如一个项目风险管理在 1000 万以内就可以了，这个就是它的承受度。所以风险储备金 1000 万就可以了。临界值就是承受度的区间。这些都要事先识别。

**(5) 组织过程资产。**很多组织有预定的风险管理过程，例如，通过 CMM3 的软件企业都会有组织级的风险管理过程。在制订风险管理计划时，需要考虑组织定义的过程，并结合项目实际情况，制订适合项目的风险管理计划。

## 2. 工具和方法

通常采用会议的方法规划风险管理。由于风险问题贯穿整个项目，对所有的项目干系人都会造成影响。因此，建议所有的项目干系人或干系人代表参加规划风险管理会议。这样才可以全面地考虑风险对项目的影响，制订充分的风险管理计划。

在会议中，与会人需要根据组织环境和项目范围分析问题，制订出最初的风险管理计划。在计划中，需要确定基本的风险管理活动，如定期的风险评估；根据组织定义的风险管理过程定义项目中的风险管理过程，如风险类别、风险定性或定量的标准等；估计风险管理的时间表和费用，并把风险管理活动纳入项目计划，把风险管理费用纳入费用计划。通过对会议结论的总结就可以形成风险管理计划。规划风险管理还会用到分析与专家判断。

## 3. 输出

毫无疑问，这里的输出就是最初的风险管理计划了。一份完整的风险管理计划要包含如下内容。

**(1) 方法。**在这里定义出风险管理的步骤和工具，如风险识别方法、风险评估方法、使用风险跟踪矩阵跟踪识别出的风险等。

**(2) 角色。**风险管理中肯定有人的参与。在这里定义出人在风险管理中充当的角色和责任，如风险管理者领导风险管理过程、风险识别员负责监控项目中的未知风险、风险评估员负责评估识别出的风险、风险跟踪员负责监控项目中已知风险的状态。

**(3) 预算。**风险管理需要投入一定的人力和物力，在风险计划中当然要对投入的人力和物力进行估计。

**(4) 频度。**风险管理需要贯穿项目生命周期的始终，在这里定义风险管理活动进行的频度，如每周召开一次风险评估会议，或里程碑开始前评估里程碑中的风险。这些预计的风险管理活动也需要反映在项目进度表中。

**(5) 风险类别。**在相对成熟的组织中会有预定义的风险类别，在具体项目中或者直接使用预定义的类别，或者根据项目情况进行风险类别定义。例如，把项目中的风险划分为：技术风险、团队风险、外部风险等。不同的风险类别会有不同的风险应对措施，对于技术风险可以通过聘请技术专家的方法降低风险发生的概率；而对于团队风险则需要增强团队培训和团队建设。为了更细致地表现风险的类别，可以采用类似于 WBS 的



风险分解结构——RBS，如图 23-4 所示。

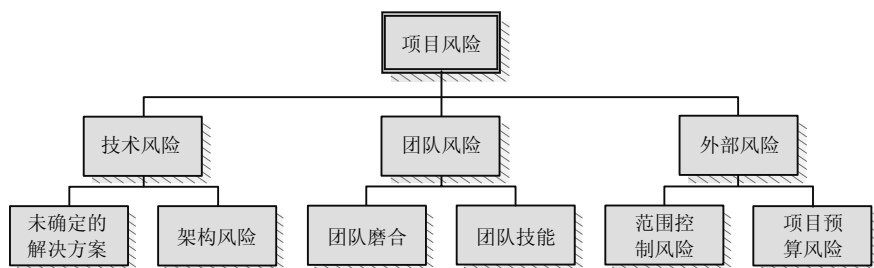


图 23-4 RBS 的风险分解结构

通过 RBS 可以更明确地定义风险类型和不同类型风险之间的关系。例如，同属于技术风险的“未确定的解决方案”和“架构风险”，对于未确定的解决方案需要聘请技术专家进行技术攻关，且技术攻关的结果可能直接影响项目目标；而对于架构风险则可以通过架构原形、架构评审等方法降低架构风险出现的概率。

**(6) 风险发生概率和影响。**这是风险重要的两个属性之一，通过风险概率和风险影响可以描绘出风险的重要程度。在这里并不是要定义某个具体风险的发生概率和影响，而是给出划分风险发生的可能性和风险影响的准则。这一步将是确立后面的风险分析的依据。例如，可以把风险发生概率划分为高、中、低三个级别，也可以把风险发生概率定义为：0.9——几乎肯定会发生；0.7——很可能发生；0.5——可能发生；0.3——不太可能发生；0.1——几乎不会发生。同时定义风险的影响为大、中、小，或 0.9——造成项目成本增加 50%以上；0.7——造成项目成本增加 40%~50%；0.5——造成项目成本增加 30%~40%；0.3——造成项目成本增加 20%~30%；0.1——造成项目成本增加 10%~20%；0.05——造成项目成本增加不超过 10%。除了根据项目成本定义风险影响度外，还可以通过项目范围变化、项目工期来定义风险影响度。

综合风险发生概率和影响，可以得出风险的重要程度。例如，某项目中应用的架构没有经过验证，可能会造成性能、可靠性等一系列的问题，问题一旦出现，项目组就面临着使用新的架构重新开发的问题。那么，虽然该风险发生的概率仅有 0.3，但风险的影响高达 0.9。很显然，项目经理需要重点关注该风险；项目中通常存在的另外一个风险——部分编码错误直到发布前才被发现，该风险发生的概率很高，为 0.9，但由于这部分编码错误的修正最多花费一人周的时间，风险影响小于 0.05，因此项目经理并不需要特别关注该风险。

**(7) 风险跟踪过程。**在风险管理计划中，需要文档化风险跟踪过程的定义，作为后续风险跟踪活动的准则。

**(8) 风险报告模板。**由于关注项目风险的人不仅是项目经理，还包括项目组成员、组织乃至客户，因此一份定义的风险报告是必要的。在风险管理计划中定义出风险报告模板可以规范项目过程中的沟通活动。

## 23.3 识别风险

识别风险是风险分析和跟踪的基础，项目经理需要通过识别风险过程确认项目中潜在的风险，并制订风险防范策略。通常，项目环境不断变化，识别风险也不是一蹴而就的，需要贯穿整个项目生命周期。识别风险的结果是一份风险列表，其中记录了项目中所有发现的风险。在通过对风险进行分析后，制订相应的风险防范和应对措施，并安排专人对风险进行跟踪。

在风险管理计划中需要事先定义风险识别活动的时间和人员。

### 1. 输入

识别风险从整个项目全局的角度考虑，包括：风险管理计划、成本管理计划、进度管理计划、质量管理计划、人力资源管理计划、范围基准、活动成本估算、活动持续时间估算、干系人登记册、项目文件、采购文件、事业环境因素、组织过程资产。

这些输入可以这样来理解，按照进度计划去实施进度的话，是否存在进度方面的风险，质量方面是否会发生风险，所以识别风险会把这些内容作为输入。

### 2. 工具与技术

信息收集技术中有一个比较重要的方法——德尔菲法，即专家分析法，就风险这个主题，征询专家小组成员的预测意见，经过几轮征询，使专家小组的预测意见趋于集中，最后得出预测结论。当然在这个过程中，专家与专家之间不能讨论，采取的是背对背的方式。采用背对背的方式是为了避免由于某一个专家的影响，而造成预测不够客观。还可以利用头脑风暴法集、访谈法、专家访谈等方式。

**(1) SWOT 分析。**通过对项目的优势、劣势、机会和威胁进行分析，从而更全面的考虑风险。

**(2) 核对单分析。**可以根据以往类似的项目或者其他的经验教训来编制风险识别核对单。

**(3) 图解技术。**图解技术包括：因果图（用于识别风险的起因）、系统或过程流程图（显示系统各要素之间的相互联系）、影响图（用图形的方式来表示变量和结果之间的因果关系）。

**(4) 文档审查。**由于风险转化为问题后，风险并不一定消失。因此根据项目中的已知问题导出风险可以得到精确的风险定义。项目中的问题会体现在项目的中间产品或最终产品中，复审项目的中间产品和最终产品可以发现很多问题。复审的方式包括评审、走查和审计，复审的对象包括项目文档和程序。例如，通过对项目计划的复审可以了解到项目计划的质量，从而了解到项目经理的管理能力；而对源程序的复审可以获得开发团队对开发规范的理解和执行情况。对于复审的结果需要追本溯源，检查造成问题的原因，而不是停留在表面。这样才可能发掘出项目中真正存在的风险。但是，这种方法获得的风险列表并不全面。首先，复审并不能发现所有的问题；其次，项目中尚未暴露的

风险，在条件适当时也会转化为问题。

**(5) 假设分析。**每个项目和计划都是基于一种假设而建立的，同样可以用于识别风险。

**(6) 专家判断。**某领域经验丰富的专家，可以直接识别风险。项目经理需要多邀请专家参与识别风险，但也不可因为专家的意见而产生偏见。

### 3. 输出

识别风险过程将产生风险登记册，虽然现在风险登记册中描述的还不够精确，缺少很多必要的属性，但至少已经迈出了第一步。如果说规划风险管理是让风险管理变得有据可循，那么识别风险则是让风险管理可以有的放矢。有些时候，在风险管理计划中没有列出全部的风险类型，这时可以根据识别风险的结果更新风险计划，把新识别出的类型加入到风险管理计划中。

## 23.4 实施定性风险分析

定性分析可以通过定量分析进一步明确，也可以直接导出风险应对计划。通常大项目中排序排在后面的风险，就是比较小的风险，由此可以直接导出风险应对计划。但是排在前面的重大风险，或者是重大的机遇，就需要进一步进行定量分析。

### 1. 输入

风险定性分析的过程需要的输入包括：风险管理计划、范围基准、风险登记册、事业环境因素、组织过程资产。

**风险管理计划。**风险管理计划里面有干系人的风险承受度这个指标，还有概率的影响定义。

**范围基准。**如果项目属于一种创新性的项目，技术要求非常高，凡是被定为技术风险，都是被提高的风险，可以通过查阅范围基准来评估项目情况。

**风险登记册。**这就是前面一个过程，可以识别风险的输出。

### 2. 工具与技术

实施定性风险分析的工具与技术包括以下几个方面。

**(1) 风险概率与影响评估。**由于在进行风险定性分析时，没有量化的标准，因此不可能分析风险发生的概率，但可以对风险发生的可能性进行大致的评估。可能性评估需要根据风险管理计划中的定义，确定每一个风险的发生可能性，并记录下来。除了风险发生的可能性，还应当分析风险对项目的影响。风险影响分析应当全面，需要包括对时间、成本、范围等各方面的影响。其中不仅包括对项目的负面影响，还应当分析风险带来的机会，这有助于项目经理更精确地把握风险。

对于同一个风险，由于不同的角色和参与者会有不同的看法，因此一般采用会议的

方式进行风险可能性与影响的分析。因为风险分析需要一定的经验和技巧，也需要对风险所在的领域有一定的经验，因此在分析时最好邀请相关领域的资深人士参加以提高分析结果的准确性。例如，对于技术类风险的分析就可以邀请技术专家参与评估。

**（2）概率与影响矩阵。**在确定了风险的可能性和影响后需要进一步确定风险优先级。风险优先级的概念与风险可能性和影响既有联系又不完全相同。例如，发生地震、火山爆发等可能会造成项目终止。这个风险的影响非常严重，直接造成项目失败，但发生的可能性非常非常小，因此优先级并不高。又如，坏天气可能造成项目组成员工作效率下降，虽然这种可能性很大，每周都会出现，但造成的影响非常小，几乎可以忽略不计，因此优先级也不高。风险优先级是一个综合的指标，优先级的高低反映了风险对项目的综合影响，也就是说，高优先级的风险最可能对项目造成严重的影响。那么我们应该如何评定风险优先级呢？

一种常用的方法是概率和影响矩阵，如表 23-1 所示。

表 23-1 概率和影响矩阵

可能性 \ 影响	很大	较大	中	较低	很低
很高	高优先级	高优先级	高优先级	中优先级	中优先级
较高	高优先级	高优先级	中优先级	中优先级	低优先级
中	中优先级	中优先级	低优先级	低优先级	低优先级
较低	低优先级	低优先级	低优先级	低优先级	低优先级
很低	低优先级	低优先级	低优先级	低优先级	低优先级

图例：

高优先级	中优先级	低优先级
------	------	------

当分析出特定风险的可能性和影响后，根据其发生的可能性和影响在矩阵中找到特定的区域就可以得到风险的优先级。

**（3）风险数据质量评估。**风险数据质量评估是评估风险数据对风险管理的有用程度的一种技术。低质量的数据可能导致定性分析效果不佳。数据质量达不到要求就需要收集更好的数据。

**（4）风险分类。**在进行风险定性分析时需要确定风险的类型，这一过程比较简单。根据风险管理计划中定义的风险类型列表或者 RBS 可以为分析中的风险找到合适的类型。如果经过分析后发现在现有的风险类型或 RBS 中没有合适的定义，则可以修订风险管理计划，加入这个新的风险类型。

**（5）风险紧迫性评估。**

**（6）专家判断。**

## 23.5 实施定量风险分析

相对于定性分析来说,风险定量分析更难操作。由于在分析方法不恰当或缺少相应模型的情况下,风险的定量分析并不能带来更多有价值的信息,反而会在分析过程中占用一定的人力物力。因此一般先进行风险的定性分析,在有了对风险相对清晰的认识后,再进行定量分析。分析风险对项目负面和正面的影响,制订相应的策略。量化分析着重于整个系统的风险情况而不是单个风险。事实上,风险量化分析并不需要直接制订出风险应对措施,而是确定项目的预算、进度要求和风险情况,并将这些作为风险应对策略的选择依据。在风险跟踪的过程中,也需要根据最新的情况对风险定量分析的结果进行更新,以保证定量分析的精确性。

实施定量风险分析的输入包括:风险管理计划、成本管理计划、进度管理计划、风险登记册、事业环境因素、组织过程资产。这里有成本管理计划和进度管理计划,是因为定量分析最终要量化到成本储备和进度储备。在估算成本的时候,有个应急储备金,这个需要在这里做完以后才能填进去。按照风险管理计划、风险登记册,通过定性风险分析来进行定量分析,最后定量到成本和进度上面去,所以有成本管理计划、进度管理计划。这个临界值如何定,要储备百分之多少,都要量化到成本和进度里面去。

要进行定量风险分析,首先要收集数据,也就是数据收集和展示技术。然后进行定量风险分析,最高运用建模技术,使所有的风险在这个模型中发生。我们还可以使用专家判断来进行定量风险分析。

我们通过访谈收集数据,首先访谈专家,然后打开内部数据库,其实访问内部数据库也是一种访谈。如果需要三点估算的话,还可以访谈最乐观、最悲观和最可能,并收集起来。

常见的建模技术包括:敏感性分析、预期货币价值分析、建模和模拟。敏感性分析有助于确定哪些风险对项目产生的潜在影响最大。预期货币价值分析是当某些情况在未来可能发生或不发生时,计算平均结果的一种统计方法。这种技术经常在决策树分析中使用。模拟通常采用蒙特卡洛分析,当然蒙特卡洛分析是很难实现的。数据越完备,最后的结果越可靠。建模和模拟是比较高级的定量分析工具。模拟和建模就是在大家都在变的基础上来分析的。这是一种比较高级的方法,首先它是建立在数据库比较完备的基础上。其次,组织具备建模的技术,也就是有这样的技术人员,才可以做建模和模拟。

敏感性分析是最简单的定量分析工具。为什么是最简单的,确定哪个风险对项目具有最大的潜在影响。也就是说哪个是最敏感的,哪个就是风险最大的。此方法是在所有其他不确定要素保持基准值的前提下,考察一个因素变化会对目标产生多大程度的影响。但是有个缺陷,就是它假设大家都不变,实际上大家都在变,所以我们说这是最简单的方法,但是我们要谨慎使用。

实施定量风险分析得到一个项目文件更新。项目文件要随着定量风险分析产生的信

息而更新。

## 23.6 规划风险应对

到目前为止，我们先后介绍了规划风险管理、识别并分析风险。我们最终的目的是减少项目中风险发生的可能性、降低风险带来的危害、提高风险带来的收益。可见，还必须针对识别出的风险制订相应的措施来防范风险的发生或增加风险收益，这些措施就体现在风险应对计划中。在规划风险应对计划中，包括应对每一个风险的措施、风险的责任人等内容。项目经理可以将风险应对措施和责任人编排到项目进度表中，并进行跟踪和监控。

### 1. 输入

制订风险应对计划的输入包括：

- （1）风险管理计划。
- （2）风险登记册。

在风险分析过程中，已经把分析的结果更新到风险列表中，再结合风险管理计划中制订的策略，制订风险应对计划。

### 2. 工具与技术

风险是具有两面性的，不是机遇就是威胁，于是应对风险的策略也有两类，一类叫消极风险或威胁的应对策略，一类叫积极风险或机会的应对策略。

这两个策略正好相反，消极的风险应对策略能规避就规避，积极的风险应对策略，不仅不要规避，而且要确定把它做成功，这叫开拓。应急应对策略，在什么时间点使用呢？通常每个行业都有这样的风险，有一种风险能够提供充足预警，并且这种风险在我们这一类的项目中经常发生，如果这类风险出现了，通常不需要专门制定应对策略，组织应急储备，因为这种制度流程中都有了。这个一般就是启动这个应急应对策略就好了。无论是什么应急策略，都需要专家的意见。

消极的风险防范策略是最常用的策略，其目的是降低风险发生的概率或减轻风险带来的损失。例如，避免策略、转移策略和减轻策略。

避免策略指的是想方设法阻止风险的发生或消除风险发生的危害。如果避免策略成功则可以消除风险对项目的影响。例如，针对技术风险可以采取聘请技术专家的方法；针对项目进度风险可以采取延长项目时间或缩减项目范围的办法。

转移策略指的是将风险转嫁给其他的组织或个体，通过这种方式来降低风险发生后的损失。例如，在固定成本的项目中，进行需求签字确认，对于超出签字范围的需求变更需要客户增加费用。这种方式就是一种将需求风险转移的策略。经过转移的风险并没有消失，其发生的可能性也没有变化，但对于项目组而言，风险发生后的损失降低了。

减轻策略。当风险很难避免或转移时,可以考虑采取减轻策略来降低风险发生的概率或减轻风险带来的损失。风险是一种不确定因素,可以通过前期的一些工作来降低风险发生的可能性,或者也可以通过一些准备来降低风险发生的损失。例如,对于需求风险,如果认为需求变化可能很剧烈,那么可以考虑采用柔性设计的方法降低需求变更的代价。尤其对于 IT 项目而言,越早发现问题越容易解决。例如,对于需求风险带来的问题,在设计阶段发现要好过编码阶段才发现。针对这种特点,也可以采用尽早暴露风险的方法降低风险的发生损失。

积极的风险应对策略包括:开拓、分享、提高和接受。开拓就是确保成功,如果只是提高发生的概率或者提高他的积极影响,那就是提高。分享就是双赢的意思。这个积极风险应对里的接受,是指当机会发生时乐于利用,但不主动追求机会。很多好事情可遇不可求,要做好准备,当机会来临的时候,能够抓住他。

### 3. 输出

最后得到两类更新。

其一,项目管理计划更新,这个更新指的是什么更新,当风险应对计划没有完成的时候,所以计划都只是半成品,因此这个管理计划更新是什么,所有其他计划都要做一次更新。这样更新之后,计划就落地了,已经把所有不确定因素都考虑进去了。这里的更新是非常彻底的更新。

其二,项目文件更新,风险登记册更新,风险登记册就是一个非常重要的项目文件。这个风险登记册就比较完备了,既包括风险,也包括评估的信息、应对措施、二次风险等。

## 23.7 控制风险

有效的风险管理需要在整个项目生命周期过程中都对风险进行控制。经过规划风险管理、识别风险、实施定性风险分析、实施定量风险分析和规划风险应对后,项目中的风险已经比较清晰了,这时就要进入控制风险阶段。

控制风险的目的是根据项目最新的情况修正风险列表中的数据。控制风险不仅是对已经识别出的风险的状态进行跟踪,还包括:监控风险发生标志、更深入地分析已经识别出的风险、继续识别项目中新出现的风险、复审风险应对策略的执行情况和效果。由此可见,控制风险的结果会涉及包括项目计划在内的很多内容,例如,根据目前风险监控的结果修改风险应对策略,或根据新识别出的风险进行分析并制订新的风险应对措施等。

### 1. 输入

控制风险的输入包括:项目管理计划、风险登记册、工作绩效数据和工作绩效报告。项目管理计划里不仅有基准计划,还有一些其他的计划,任何一个计划都在监控风险。

控制风险主要的依据就是风险登记册，因为风险登记册中既有已经识别的风险，也有定性的评估、定量的评估，还有应对的措施、残余的风险、二次风险。

工作绩效数据，是工作完成后的记录数据，通过这些数据来判断要不要实施风险应对措施。工作绩效报告是关键节点的时候周报、月报、季报。

## 2. 工具与技术

在风险跟踪过程中包含如下工作：

(1) 风险再评估。项目的情况在不断地变化，在项目最初识别并分析的风险也会有相应的变化。除去已经发生或避免的风险外，残留的风险在发生可能性、影响等各个方面都会与以前不同。这时需要重新评估这些残留的风险，并更新风险登记册。

(2) 风险审计。在风险跟踪过程中，需要评估风险管理的效果。其中，包括风险应对措施的执行情况和效果、风险管理过程的效果等。

(3) 偏差和趋势分析。在风险跟踪和监控中，需要分析的内容很多，包括：项目偏差情况。通过项目的偏差和趋势分析可以看出目前项目的进度和成本情况。例如，目前项目的执行情况已经背离了基准计划，则意味着交付风险增大，很可能无法按时交付；若项目成本的上升可能会意味着某些风险应对措施无法执行。偏差和趋势分析相关的数据可以通过项目进展情况获得，分析的方法也有很多，如挣值分析。

(4) 技术绩效测量。与项目偏差情况分析不同，项目进展关注项目开展过程中的中间产品与计划是否一致。例如，已经完成的模块同设计说明书是否一致等，是否能够满足用户的要求等。

(5) 储备分析。在项目中经常会采用留出一定余量的方式来应对风险。例如，针对团队有可能的流失提前储备一定的人员，或针对项目有可能的拖延而准备一定的资金等。在风险跟踪和监控过程中，需要对储备的情况进行分析，衡量项目目前抵抗风险的能力。

(6) 会议。在项目进行过程中，根据风险管理计划将定期召开风险跟踪与监控会议。在会议中将对项目中的风险、应对策略的执行和风险跟踪的情况进行评估和总结。项目需要根据自己的特点安排风险跟踪与监控会议，在高风险的项目中，项目风险很多，情况变化快，就需要增加会议的频度和事件；反之，在低风险的项目中，可以适当降低风险评估会议的频度。

## 3. 输出

控制风险将产生很多输出，其中包括：

- (1) 工作绩效信息；
- (2) 变更请求；
- (3) 项目管理计划更新；
- (4) 项目文件更新；
- (5) 组织过程资产更新。



## 23.8 小结

风险管理过程与其他的基本项目管理过程一脉相承。首先，需要对风险管理活动进行计划——规划风险管理；其次，需要对活动对象进行估计——识别风险；第三，在估计的基础上针对已识别的风险——实施定性和定量风险分析；第四，在前几个过程的基础上展开风险管理活动——规划风险应对；最后，对风险管理的过程进行审核与评估——控制风险。

软件开发是一个高风险行业，里面的不确定因素太多。比如，需求不明确、技术不稳定、个体生产率难以把握和追踪等。这些不确定因素一旦变得与预期不同，风险就发生了：项目的交付周期延长；项目的交付物质量下降，这也是软件项目普遍延期严重的重要原因之一。不过高风险也意味着高收益，一个成功的软件项目将会给组织带来丰厚的利润。作为软件项目的项目经理，不但需要熟练地掌握项目管理的基本技能，如计划、跟踪、协调等，还必须能够控制项目中可能发生的问题，让风险处在可以预计、控制和跟踪的范围内。

## 第 24 章 项目采购和合同管理

项目采购是从项目外部购买项目所需的产品和服务的过程。采购过程涉及具有不同目标的双方或多方，各方在一定市场条件下相互影响和制约。通过流程化和标准化的采购管理和运作可以达到降低成本增加利润的作用。

项目采购管理有 4 个过程。

(1) 规划采购管理：记录项目采购决策、明确采购方法、识别潜在卖方的过程。

(2) 实施采购：获取卖方应答、选择卖方、授予合同的过程。

(3) 控制采购：管理采购关系、监督合同执行情况，并根据需要实施变更和采取纠正措施的过程。

(4) 结束采购：完结单次项目采购的过程。

图 24-1 概述了项目采购管理的每一个子过程，在信息系统项目管理师考试中，项目采购管理主要出现在上午卷中，从 2013 年到 2017 年，平均每次考 7 分，最多的一次考了 9 分，最少的一次也考了 4 分。从知识点分布来看，主要考查了招投标法、合同法和索赔管理。其次考查了合同管理、外包管理、合同类型、询价、规划采购管理，还少量考查了实施采购和结束采购。

### 24.1 规划采购管理

规划采购管理是确定项目的哪些需求可通过采购项目组织之外的产品和服务来满足的过程，规划采购管理的目标包括决定是否采购、怎样采购、采购什么、采购多少、什么时候采购等内容。当项目需要项目组织之外的产品和服务时，对每一产品和服务都将执行一次招标过程。签订合同和采购时，项目管理小组将寻求专家们的支持。

当项目不需从外界获取产品和服务时，或者发现采购和管理外部资源所花的成本可能超过内部开发成本时，招标过程就没必要执行。

#### 24.1.1 规划采购管理的输入

规划采购管理的输入包括：项目管理计划、需求文件、风险登记册、活动资源需求、

项目进度计划、活动成本估算、干系人登记册、事业环境因素和组织过程资产。

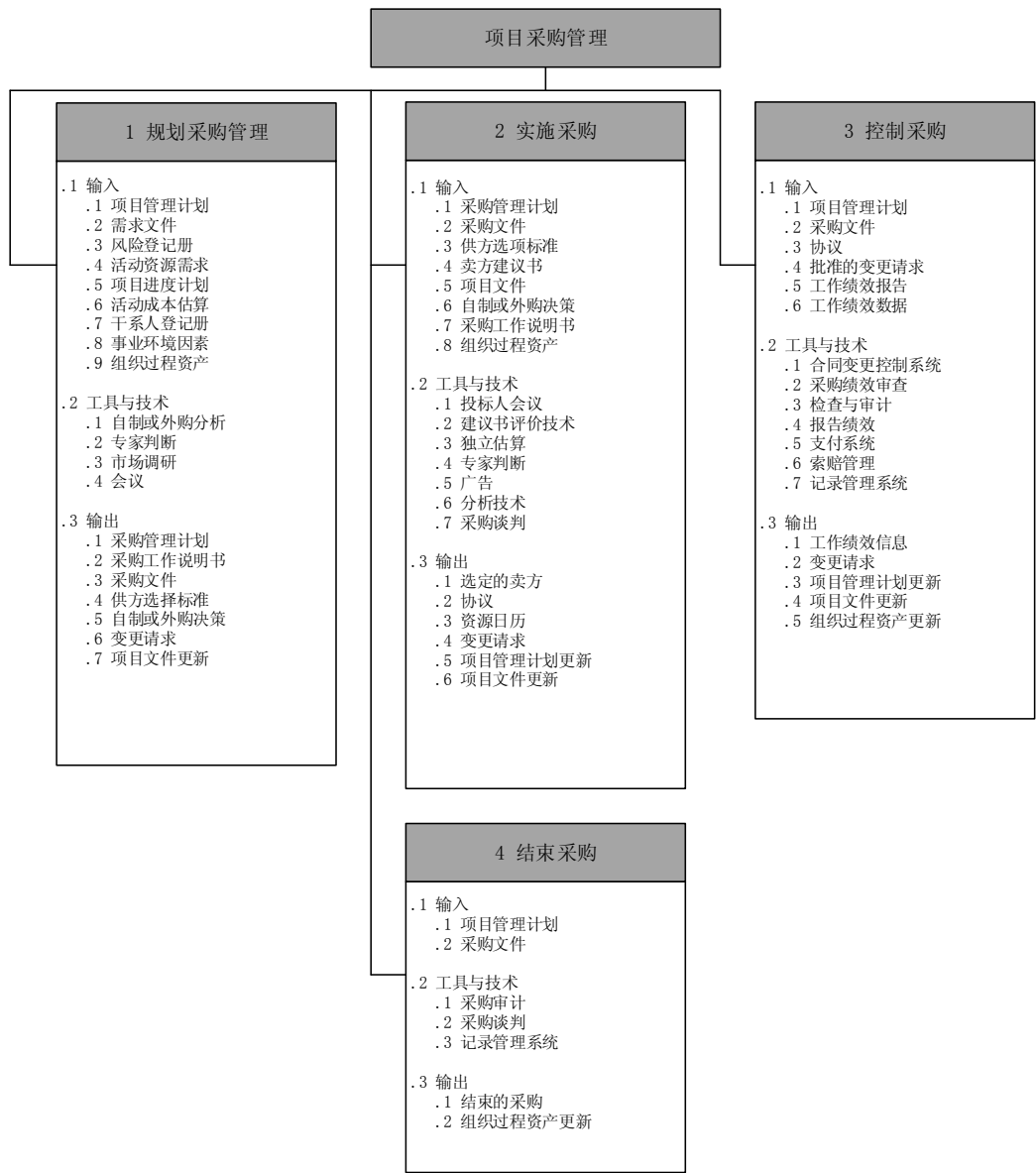


图 24-1 项目采购管理

项目管理计划描述了项目的需要、合理性、需求和当前边界。需求文件是比较核心的内容。需求可能有很多的，有时候是为了满足技术的要求，有时候是为了满足进度的要求，也可能是满足社会环境的需求。这样来决定要不要分包。风险登记册来自于风险管理中识别风险过程的输出。风险登记册列出了风险清单。活动资源需求来自于项目时间管理中估算活动资源的输出。活动资源需求包括所需人员和所需设备等。项目进度计

划来自于项目时间管理中制定进度计划的输出。项目进度计划中包含有关时间表或强制交付日期的信息。活动成本估算来自于项目成本管理中估算成本的输出。活动成本估算可以用来评价潜在卖方提交的投标书和建议书的合理性。干系人登记册来自于干系人管理中识别干系人过程的输出。干系人登记册中记录了项目干系人及其在项目中的利益的详细信息。可能会影响规划采购管理的事业环境因素包括：市场条件；可获得的产品、服务和成果；供应商的详细情况，包括历史信息；当地的独特要求。可能会影响规划采购管理的组织过程资产包括：正式的采购政策、程序和指南；与制定采购管理计划和选择合同类型有关的管理系统；基于以往经验的、现有的多层次供应商系统。

不同类型的采购应采用适合其特点的合同。合同一般分成三大类：

- 总价合同。这类合同对一个明确定义的产品采用一个固定总价格，如果该产品没有明确定义，卖方和买方都会面临风险。买方可能得不到想要的产品，卖方为了提供产品可能花费额外的成本。固定价格合同也包括对达到或超过既定项目目标（如进度目标等）的奖励。
- 成本补偿合同。这类合同包括支付给卖方的实际成本，加上一些通常作为卖方利润的费用。成本通常分为直接成本和间接成本。直接成本指工程项目单独花费的成本（如全职员工的薪水）。间接成本指由执行组织划分到项目的管理费用。间接成本一般按直接成本的一定百分比计算。成本补偿合同也常常包括对达到或超过既定的项目目标（如进度目标等）的奖励。
- 工料合同。材料和工时的单价由买卖双方事先确定，但在签订合同时并没有确定项目的总价，合同的总金额是完成项目的工作量的函数。

## 24.1.2 采购计划的编制工具和技术

项目执行组织对需要采购的产品和服务拥有选择权和决策权，在采购计划的编制过程中，项目管理者一般会采用以下技术与方法。

### 1. 自制和外购分析

用来分析和决定某种产品或服务由项目执行组织自我完成或者外购，这是一种通用的管理技术。自制和外购分析都包括间接成本和直接成本。例如，在外购分析时，应包括采购产品的成本和管理购买过程的间接费用。自制和外购分析必须反映执行组织的观点和项目的直接需求。

### 2. 专家判断

在采购计划过程中，往往需要专家的技术性判断来评估采购过程的输入和输出。在制订和修改、评价买方的要约或建议书时也需要专家的判断。这种专家意见可由具有专业知识，来自多种渠道的团体和个人提供。包括：

- 执行组织中的其他单位。

- 顾问。
- 专业技术团体。
- 行业专家团。

### 3. 市场调研

市场调研包括考察行业情况和供应商能力。采购团队可以通过综合考虑从研讨会、在线评论和各种其他渠道得到的信息，来了解市场情况。

### 4. 会议

会议有利于与潜在投标人合作，有利于供应商开发出双赢的方案或产品，从而有利于有需求的买方。

## 24.1.3 采购计划的输出

项目采购计划过程的最终成果包括采购管理计划、采购工作说明书、采购文件、供方选择标准、自制或外购决策、变更请求和项目文件更新。采购管理计划应清楚规定采购过程（从编制合同到合同收尾）将怎样被管理。例如：

- 采用什么类型的合同？
- 如果采用独立估计作为评估标准，由谁准备？什么时候准备？
- 如果需要标准采购单证，在哪里可以找到？
- 怎样管理多家供应商？
- 采购如何与项目的其他部分协调，例如，进度协调。

一个采购管理计划可以是正式的或非正式的，详细的或框架性的，具体采用什么形式要根据项目的需要。

采购工作说明书定义了相关合同的那一部分项目范围。

采购文件是用于获得潜在卖方的建议书。如果选择卖方是根据价格来决定的话，通常使用标书、投标或报价这一类的术语。

供方选择标准是采购文件的一部分。

自制或外购决策可以帮助项目团队做好决策，到底是自制比较好，还是外购比较好。

变更请求的产生是由于购买产品、服务所引起发的。其他一些规划采购时期的决策也会引发变更请求。

可能需要更新的项目文件有：需求文件、需求跟踪矩阵和风险登记册。

## 24.2 实施采购

实施采购简单说，就是甲方进行招标，乙方进行投标。在这个过程中，甲方要获得

乙方的应答，然后对参与竞标的这些乙方进行评价，接着对合作方进行合同谈判。

实施采购的输入包括：采购管理计划、采购文件、供方选择标准、卖方建议书、项目文件、自制或外购决策、采购工作说明书，以及组织过程资产。

采购管理计划中记录了整个采购过程，包括买什么、不买什么、在什么时间点买等等。采购文件是供方选择的标准。卖方建议书就是投标书，又叫卖方应答。项目文件里面非常重要的一项是清购单，它是自制外购的文件，是整合管理的一个决策。采购工作说明书是附带在采购文件里面的，它是关于某一个工作包或者某一个项目、子项目的详细说明。能够影响实施采购的组织过程资产包括：潜在的和以往的合格卖方清单；关于卖方的历史信息和以前的协议等。

如何完成采购呢？首先要打广告，打广告可以扩充卖方名单。广告打完以后，就需要举行投标人会议，投标人会议开完以后，就要评标，评标要用到建议书评价技术，独立估算，这两个是评标的技术，然后是分析的技术，也是在评标的时候用的，评标完了以后，就要宣布中标人，进行采购谈判。所以实施采购的工具与技术可以分成四步来看：第一步是广告；第二步是投标人会议；第三步是建议书评价技术，独立估算，分析技术；第四步是采购谈判。

这四步完成后能得到一个选定的卖方，这其实就是签订合同的分包商，合同可以理解为协议。资源日历，指的是分包商的资源日历。因为有些部分需要分包给分包商，所以要提交变更申请，更新原有的项目管理计划，还需要更新一些文件，WBS、WBS 词典也需要进行更新。

## 24.3 控制采购

控制采购的最终目的是让分包商按照项目的目标展开其行为方案，按项目目标展开其行为需要控制产品线和管理线。产品需要按照质量要求和质量标准来做。管理需要按照管理流程来做。控制采购要控制采购关系，因为跟分包商签订了合同，合同是法律文件，控制采购关系就是保证双方在平等的基础上，按照合同的条款办事，最终的结果就是双赢。还需要监督合同绩效，按照项目目标来实施合同内容，然后采取必要的措施，如果双方产生分歧，就必须去解决它，比如有合同变更控制系统、索赔。但是说到底就是要追求双赢，到了索赔这一步了，其实就是双输了。买方和卖方都出于相似的目的而管理采购合同。管理采购过程旨在确保卖方的绩效达到采购要求，并且买方也按合同条款履约。

对于具有多个产品和服务供应商的大型项目，控制采购的关键是管理各个供货商之间的组织界面。分包商的界面与项目的界面，就是接口管理，接口包括人际关系的接口、组织的接口、技术的接口。多个分包商是主要的风险来源。

控制采购首先需要项目管理计划，因为要按照项目整合的要求、质量的要求、风险

的要求、变更的要求来控制整个采购。所以首先第一个依据叫项目管理计划。还有采购文件，采购文件是实施采购输出的。协议是与分包商所签订的协议或者合同。

批准的变更请求，在实施采购的过程中，可能需要提出一些变更请求，这个变更请求通过整体变更控制批准以后，要对这个变更请求进行跟踪，例如合同条款的变更，经过批准了，这就是批准的变更请求。如果申请索赔，最后判定下来了，双方都认可了，这个索赔的有关条款也叫批准的变更请求。

还有工作绩效数据，例如进度、成本、质量都是属于数据的，按照数据的要求，来对供应商进行控制。

工作绩效报告是定期的，包括进度报告、质量报告、整体报告。各个分包商的绩效，也是控制采购的一个重要的依据。

如何控制呢？首先，如果要变更，那么可以通过合同变更控制系统来进行。然后是采购绩效审查，这是针对履约能力的考查，比如进度、成本、质量等要求达成的能力，就是采购绩效审查。还有检查与审计，检查是针对可交付成果的。审计则是针对过程的。过程是不是按照流程去做的，是不是规范的，这就是审计。检查和审计不仅采购人员要参与，设计人员、质量人员也要参与。

报告绩效是对前面两个结果进行汇总，即对履约能力的考核情况、检查与审计的情况进行汇总。这就形成了分包商的绩效报告。如果争议比较大，合同变更控制系统搞不定，那么就要进入索赔管理。索赔管理结束后会有一个结论，结论一旦出来，又变成批准的变更请求。接着就是审计了，就需要付钱，支付系统一定要确认这些都符合合同的要求，符合项目的要求。付钱以后，所有这些，都需要通过记录管理系统记录下来。这个记录管理就实现了文档管理、绩效报告、记录，同时为索赔管理提供了文件支持。

控制采购过程得到了一个工作绩效信息、一个变更请求和三个更新。大多数控制过程的输出都包含一个信息、一个请求和三个更新。

## 24.4 合同编制

采购可分为招标采购和非招标采购两种方式。招标采购是由购买方提出招标条件，由许多供应商同时投标竞争。通过招标方式，购买方一般可以获得非常合理的价格和优惠的产品供应条件，同时也可以促使供应商之间公平竞争。非招标方式多用于标准规格的产品采购，通过市场多方询价的方式，选择供应商，这是一种简便易行的采购方式。

评估标准用以对建议书进行评价和打分。标准可以是客观的（例如，项目经理应具有信息产业部颁发的信息系统管理师证书），也可以是主观的（例如，项目经理应具有管理相似项目的经验）。评估标准往往是采购文件的一部分。

如果采购产品已经存在于一些可容易获得的渠道中，评估标准可限于采购价格（采购价格包括采购产品的成本和采购费用）。如果采购产品还不存在，应制订其他标准以

形成一个完整的评价制度。例如：

- 对需求的理解——可由供方建议书看出。
- 总成本或生命周期成本——选择的供方是否能提供最低成本（采购成本加上经营成本）？
- 技术能力——供方是否具有，或者是否有理由相信供方能获得所需要的技术和知识？
- 技术方案——供方所提议的技术方法和解决方案是否符合采购文件需求，或者能够提供更好的结果？
- 管理方式——供方是否具有，或者是否有理由相信供方拥有一套确保项目成功的管理过程和程序？
- 资金能力——供方是否具有，或者是否有理由相信供方能获得所需资金？
- 生产能力——供方是否有能力满足未来的潜在需求？
- 知识产权——供方是否声明对于他们所使用的技术和提供的产品拥有知识产权？

在用于正式招标之前，每一项评估标准被赋予了不同的权重，以表示采购方对该项标准的重视程度。这些标准项还可以进一步细化。比如，对于一个藏文数字图书馆平台软件的开发项目，既要考查投标者开发藏文信息处理软件的技术能力，也要考查投标者开发数字图书馆平台软件的技术能力。至于这两方面所占的权重，应根据实际情况具体分析。如果招标单位是一家藏文出版社，本身已有藏文信息处理的丰富经验，则应着重考查投标者开发数字图书馆平台软件的技术能力。如果招标单位是一家实力很强的软件开发单位，但不了解藏文信息处理技术，则应着重考查投标者开发藏文信息处理软件的技术能力。如果招标单位是国家科技计划的管理部门，准备进行国家科技计划项目招标，则应同时考察投标者开发藏文信息处理软件和数字图书馆平台软件的技术能力。

## 24.5 招标

招标投标活动应当遵循公开、公平、公正和诚实信用的原则。

依法必须进行招标的项目，其招标投标活动不受地区或者部门的限制。任何单位和个人不得违法限制或者排斥本地区、本系统以外的法人或者其他组织参加投标，不得以任何方式非法干涉招标投标活动。

招标投标活动及其当事人应当接受依法实施的监督。

### 24.5.1 招标的输入

（1）**采购文件**。采购文件既是上一阶段（合同编制阶段）的输出成果，也是招标



的依据和前提。

**(2) 认证供应商名单。**一些企业和项目执行组织本身就有供应商管理体系，可直接从数据库中获取供应商名单，以及这些供应商的相关经验和其他特点。

如果这样的名单不存在，项目小组就必须开拓自己的渠道。可从因特网、图书馆目录、相关区域协会、商业目录和其他类似的渠道获得通用的信息资料。

采购文件可以发送给全部或部分潜在的供应商。

### 24.5.2 招标的工具和技术

**(1) 招标公告。**招标人采用公开招标方式的，应当发布招标公告。依法必须进行招标的项目的招标公告，应当通过国家指定的报刊、信息网络或者其他媒介发布。

招标公告应当载明招标人的名称和地址、招标项目的性质、数量、实施地点和时间，以及获取招标文件的办法等事项。

**(2) 投标人会议。**投标人会议（也称为发包会、供应商会议）是指在接受投标之前与潜在供应商的碰头会。投标人会议用来确保所有潜在供应商对采购有一个清晰、共同的理解（技术要求和合同要求等），对问题的答复有可能作为修订条款包含到采购文件中去。

### 24.5.3 招标的输出

投标书（建议书）是供方准备的文件，说明供方提供所需产品的能力和意愿。投标书应该同相关的采购单证文件一致。

## 24.6 供方选择

供方选择包括：标书或建议书的接收；使用评估标准评估；对供应商进行选择。

价格通常是最重要的因素，但并不是决定因素。如果供方不能按时按质提供产品或服务，最低的价格也许不是最低的成本。价格因素在供方选择中所占的权重，要根据项目采购的具体内容而定。一般而言，对于有明确质量要求、检验比较容易的简单通用设备的采购，价格因素可占 70%~80% 的权重；对于技术含量较高、个性化较强、需要二次开发、质量要求难以量化、测试评估比较困难的复杂系统的采购，价格因素只能占 40%~60% 的权重，供应方的资质、信誉、技术实力、以往的案例，尤其是供方技术方案的可行性、先进性和成熟性，均应作为供方选择的重要依据。

投标书或供方建议书通常可分成技术（方案）部分和商业（价格）部分，各部分应独立评估。

对于关键性产品或服务，可采用多渠道采购，这样不仅可以规避风险，而且使供应商时刻处于竞争之中。例如，某些少数民族地区的报社和出版社，往往有不同文种的出版物，如果该社本来就是按照文种划分编辑部和排版车间，可以考虑不同文种选购不同供应商的排版系统。近来内地一些单一文种（汉文）的大报社，也喜欢同时采购不同软件公司的排版软件，这样不仅可以取长补短，还可以顺便检验一下各软件公司的排版系统是否真的符合标准，各排版软件之间能否实现信息共享和交换。尽管各软件公司都自称自己的软件是符合标准的，但如果只使用一家公司的产品，很难判断这些产品是否真的符合标准。例如，如果灯头和灯口均由一家工厂生产，很难判断这些灯头和灯口是不是标准的。如果灯头和灯口来自不同的厂家，是否标准就一目了然了。计算机信息系统也一样，比如，判断一个排版软件的排版结果是否标准，最简单的办法就是拿这个排版软件的排版结果去其他厂家的输出系统上去试一试，看其能否正常输出。当然，对于多渠道采购，需要考虑其潜在的风险，例如，不同厂商的产品能否互相匹配，万一出了问题能否分清责任。更重要的是，项目组织者应考虑自身是否有管理多家产品的能力。如果自身没有这种能力，还不如选购一家公司的产品和服务。

下面介绍的工具和方法可单独使用或合并使用，例如，加权分析法可用在：

- 选择出一个供方签订格式合同。
- 对所有标书或建议书排序以确定谈判次序。

对于重要采购项目，评标过程可能要重复几次。合格供应方的名单将根据初步的建议做出选择，然后，更详细的评估根据更详细和全面的建议而开展。

### 24.6.1 供方选择的输入

**(1) 投标书（建议书）。**投标书（建议书）既是上一阶段（招标）的输出结果，也是供方选择的依据和前提。

**(2) 评估标准。**评估标准作为合同编制阶段的输出结果，同样是供方选择的依据和前提。

**(3) 组织政策。**管理项目的组织都有正式和非正式的政策，该政策可能影响对投标书（建议书）的评估。

**(4) 风险数据库。**风险数据库包括风险相关信息，如已识别风险、风险的根本成因、风险责任人、风险分析结果、风险的优先级、风险的分类，以及风险管理过程对风险的应对。在准备和签订合同时必须关注已识别的风险和应对措施。

**(5) 风险相关的合同协议。**准备合适的合同协议，包括关于保险、服务和其他项目的协议，以明确特定风险发生时各方应承担的责任。

### 24.6.2 供方选择的工具和技术

**(1) 加权系统。**加权系统是对定性数据的一种定量分析方法，以尽量减小供方选

择中的人为偏见影响。方法如下：

- 给每一评估标准设定一权重。
- 按每一标准为供方打分。
- 将各项权重和分数相乘。
- 把所有的乘积求和得到一个总分数。

**(2) 独立评估。**对很多采购项目，采购组织要自己评估价格。如果评估有明显的差别可能意味着工作明细表不充分，也可能意味着卖方误解或者没能完全答复工作明细表。

独立评估常被称为“应该花费”估计。

**(3) 筛选系统。**筛选系统包括为一个或几个评估标准确定最低要求，实际筛选操作中也可能同时采用加权系统和独立评估。例如，可能要求潜在的供应商（或服务提供商）具有特定的资质。

**(4) 合同谈判。**合同谈判是合同签订前的必要步骤，包括对合同结构和要求的澄清及共同约定。最终的合同文本应反映所有已达成的协议，合同的内容应涵盖（但不局限于）责任和权利、适用的条款和法律、技术和商业方案、合同融资、总体进度表和价格。

对于复杂的采购项目，合同磋商应是一个独立的过程，该过程有自己的输入（如一个问题或未决项列表）和输出（如备忘录）。对于简单的采购项目，买方可以直接提出不可谈判的条款和条件，只需要供方表示接受而不用漫长的谈判。

合同谈判是称为“谈判”的通用管理技巧的一个特例。谈判工具技巧和方式在通用管理类书籍里被广泛讨论，并可以应用到合同谈判过程。

### 24.6.3 供方选择的输出

#### 1. 选择的供方

根据投标书（或建议书）评估和合同谈判的结果，选择最具有竞争力的供方。

#### 2. 合同

合同是一个有约束力的共同协议。供方有提供指定商品的义务，买方有支付价款的义务。合同是一种可由法庭裁决的法律关系。合同可以简单或复杂，常常（并不总是）由产品的简单或复杂决定。合同有时也称为协议、采购单、备忘录。大多数组织有成文的政策和程序，规定由谁代表组织签订合同，通常由单位的法人代表或其委托人代表单位签订合同。在国内，合同双方一般均应在合同上加盖单位公章。

虽然所有项目文件都按照审查和批准的形式，但合同的法律约束性本质通常意味着合同将采用更严格的批准过程。审查和批准程序最重要的地方就是要确保合同文本定义的产品或劳务符合规定的要求。

根据《中华人民共和国合同法》，合同应包括以下内容：

(1) 当事人的名称或者姓名和住所。

(2) 标的。

(3) 数量。

(4) 质量。

(5) 价款或者报酬。

(6) 履行期限、地点和方式。

(7) 违约责任。

(8) 解决争议的方法。

技术服务合同除上述内容外，还应包括以下特殊内容：

(1) 项目名称。

(2) 服务内容、范围和要求。

(3) 服务计划、进度、期限、地点、地域和方式。

(4) 质量要求，验收标准和方法，系统维护范围和维护期。

(5) 总服务费及详细说明，拨款和结算方式及时间。

(6) 双方的协作关系，技术成果的归属。

(7) 风险责任的承担。

(8) 技术情报和资料的保密。

(9) 违约金或者损失赔偿的计算方法。

(10) 解决争议的方法。

(11) 名词和术语的解释。

技术服务合同涉及专利的，应当注明发明创造的名称、专利申请人和专利权人、申请日期、申请号、专利号，以及专利权的有效期限等。

## 24.7 合同管理

合同管理是确保供方的执行符合合同要求的过程。对于需要多个产品和服务供应商的大型项目，合同管理的主要方面就是管理不同供应商之间的接口。项目执行组织在管理合同时采取一系列行动，合同关系的法律本质使项目执行组织在管理合同时必须准确地理解这些行动的法律内涵。

合同管理包括对合同关系应用适当的项目管理程序，并把这些过程的输出统一到整个项目的管理中。当涉及多个供方和多种产品的时候，总是需要各个层次上的统一和协调。

项目管理过程应用在：

- 项目计划执行，在适当时候授权合同方工作。
- 绩效报告，监控合同方的成本、进度和技术绩效。

- 质量控制，检验合同方的产品是否合格。
- 变更控制，确保变更被正确地批准，需要了解情况的人知晓变更的发生。

合同管理还包括资金管理部分。支付条款应在合同中规定，价款的支付应与取得的进展联系在一起。

合同管理审核并记录卖方执行合同的绩效，以及所要进行的纠偏措施。同样，卖方也会记录绩效以备将来使用。合同管理还包括合同变更控制，在合同收尾前任何时候，经双方同意都可以对合同进行修订。

### 24.7.1 合同管理的输入

**(1) 合同。**合同既是上一过程（供方选择）的输出结果，又是合同管理的前提条件。

**(2) 工作结果。**供方的工作结果——子项目是否完成，符合质量标准的程度，花费的成本等，都作为项目计划执行的一部分收集起来。

**(3) 变更请求。**变更请求包括对合同条款的修订和对产品、服务说明的修订。如果供方工作不令人满意，那么终止合同的决定也作为变更请求处理。供方和项目执行组织不能就变更的补偿达成一致的变更是争议性变更，称之为权力主张、争端或诉讼。

### 24.7.2 合同管理的工具和技术

**(1) 合同变更控制系统。**由于合同双方现实环境和相关条件的变化，许多合同都有可能变更，而这些变更必须根据合同的相关条款适当处理。

合同变更控制系统定义合同变更的程序，包括书面工作、跟踪系统、争端解决程序和变更的批准级别。合同变更控制系统应被包括在总体的变更控制系统中。任何合同的变更都是以一定的法律事实为依据来改变合同内容的法律行为。

**(2) 绩效评审。**采购绩效评审是对供方在合同规定的进度和质量范围内交付情况和成本花费的全面评审，包括对供方准备的文件的评审和对供方工作执行的审查和质量评审。绩效评审的目标是确定合同是否成功执行、关于工作明细表的进展情况和供方的违约情况。

**(3) 检查和审计。**在合同执行过程中，可以执行检查和审计来识别供方工作程序、产品和服务的弱点。

**(4) 绩效报告。**执行报告向管理方提供供方是否有效地完成合同目标的信息。合同执行报告应同整个项目的执行报告合并在一起。

**(5) 支付系统。**对卖方的支付通常由执行组织的应付账款系统处理。对于有多种或复杂的采购需求的大项目，项目应设立自己的支付系统。不管哪一种情况，支付系统都应包括项目管理小组的适当的审查和批准过程。

**(6) 索赔管理。**当合同执行出现偏差，采供双方不能达成纠正偏差的一致意见时，

可能引发争端、索赔或诉讼。通常遵循合同条款，这些索赔会在合同生命周期内被记录、处理、监控和管理。如果各方无法自己解决，就不得不按照合同规定的争端解决程序来处理。可以在合同收尾前或收尾后援引合同争端解决条款进行仲裁或诉讼。在索赔事项发生后的 28 天以内，向监理工程师正式提出索赔意向通知。监理工程师在收到送交的索赔报告有关资料后，于 28 天内给予答复。

### 24.7.3 合同管理的输出

(1) **信函**。合同条款和条件，以及合同执行情况常常要求采供双方在某些方面的沟通以书面文件进行。例如，对执行令人不满意的合同的警告、合同变更或条款的澄清、检验出问题的审查和审计报告等。

(2) **供方绩效评估报告**。记录了供方的合同执行绩效，分析其继续执行当前合同的能力，指出是否允许供方执行将来的项目，或者对供方的执行情况进行评级。这些文件可以作为提前终止与供方的合同或者决定罚款或奖励的基础。

(3) **建议的纠偏措施**。如果供方的行为与合同规定有偏差，可以提出建议的纠偏措施以使供方能够遵守合同条款的规定。

(4) **合同变更**。按照合同变更控制条款规定，经批准的合同变更包括修改合同的报价、进度、条件、采购品种、质量要求或其他条款，以及工作明细表等附件。由于合同变更可能会影响项目计划和项目采购过程，所以项目管理计划和其他项目文件也要做相应的更新。

(5) **支付请求**。支付请求假定项目采用外部支付系统，如项目有自己的支付系统，这里的“支付请求”改为“支付”。

## 24.8 合同收尾

合同收尾包括产品核实（所有工作都正确地、令人满意地完成了吗？）和管理收尾（更新记录以反映最终结果并将信息存档以备将来使用）。合同条款也可能为合同收尾规定特定的程序。提前终止合同是合同收尾的特殊情形。

### 24.8.1 合同收尾的输入

(1) **合同文件资料**。合同文件资料包括（但不限于）合同本身，以及支持进度，请求和批准的合同变更，供方开发的技术资料，供方执行报告，财务凭证（如发票和支付记录），以及与合同有关的检验结果。

(2) **合同验收请求**。供方按规定提供了合同要求的所有产品和服务之后，可提出

合同验收请求。

## 24.8.2 合同收尾的工具和技术

**(1) 采购过程审计。**采购过程审计是从采购计划到合同管理的采购过程的一种结构性复查。采购审计的目标是找出采购过程中的成功和失败之处，以便向本项目中的其他采购项，以及本项目执行组织的其他项目中的采购管理提供经验和教训。

**(2) 记录管理系统。**记录管理系统是将一些特定的过程、相关的控制活动和自动化工具统一成一个整体。项目经理或其他管理人员使用该系统管理合同文件和记录，维护合同文件和双方通信记录的索引，并协助对相关档案的存取。

## 24.8.3 合同收尾的输出

**(1) 合同文卷档案。**应准备一个完整的带索引的合同文件集以容纳最终的项目记录。

**(2) 正式验收和收尾。**买方（或其授权的合同管理人）提供卖方关于合同已完成和交付物已被认可或被退回的正式书面通知。交付物验收和合同收尾的详细要求，以及如何处理不符合规定的交付物的具体条款通常会在合同中正式规定。

# 24.9 外包管理

外包是企业利用外部的专业资源为己服务，从而达到降低成本、提高效率、充分发挥自身核心竞争力乃至增强自身应变能力的一种管理模式，同时也是现代社会非常重要的一种商业模式。在史瑞夫港咨询顾问公司的研讨会里，“外包”被定义为：依据服务协议，将某项服务的持续管理责任转交给第三者执行。

企业为什么要实行外包呢？

过去，企业必须执行多种不同的非核心业务，而由于市场的急速变迁，以及日渐增多的运营限制，迫使企业必须重新评估这些业务。越来越多的企业回归核心业务，有些甚至进一步缩减业务范围，使其在本行业内能充分发挥。

也有许多企业将外包视为重塑企业架构的方式，凭借外包可以跳出以往垂直整合的模式，创造出更有弹性、专注于核心业务的企业。

正如管理学大师彼得·德鲁克所说，“任何企业中仅做后台支持而不创造营业额的工作都应该外包出去，任何不提供向高级发展机会的活动与业务也应该采取外包形式。企业的最终目的不外乎是最优化地利用已有的生产、管理与财务资源。”

一般而言，企业的外包策略都是构建在核心能力和价值分析上的。核心的、创造最

多价值的，自己做；非核心的、创造价值不大的，外包。但核心能力和价值分析不能只看现在，不想未来。以 IBM 为例，由于过去的核心能力是设计、生产和销售计算机，所创造的价值也最多，因此把非核心能力的微处理器外包给英特尔，操作系统外包给微软。但到了计算机大量商品化的阶段，所有产品的性能都达到标准的时候，IBM 的产品失去差异性，生产计算机已经赚不到钱，反而是微软和英特尔这两家公司赚到了钱。

从本质上说，外包也是产品、服务采购的一种形式。参照项目采购管理过程，外包管理经历的过程如下：

- (1) **外包计划**——决定外包什么，何时外包。
- (2) **合同编制**——记录项目对于产品和服务的需求，并且寻找潜在的承包商。
- (3) **招标**——发布项目外包招标书，接受投标人的投标书。
- (4) **承包商选择**——审查、比较所有的投标书，选择承包商并与之谈判最终合同。
- (5) **合同管理**——管理合同，以及买卖关系；审核并记录承包商的绩效以建立必需的纠正措施并作为将来选择承包商的参考；管理合同相关的变更和与项目客户的合同关系。
- (6) **合同收尾**——合同履行和清算，包括对一些未决项目的实施。



## 第 25 章 文档和配置管理

### 25.1 信息系统文档

每一个信息系统都会经历规划阶段、制订方案阶段、研制阶段、试运行阶段、安装调试阶段、运行阶段和更新阶段，每一阶段都有大量的文档产生。文档是记录系统的痕迹，是系统维护人员的指南，是开发人员与用户交流的工具，是系统相关人员对系统了解和使用的必须资料。健全规范的文档意味着系统是按照工程化的方法开发的，意味着系统的质量有了形式上的保证，而文档欠缺和文档的随意性和不规范性，极有可能导致在开发人员流动后系统不可维护，成了没有生命力的系统。

信息系统的文档，不但包括软件开发过程中产生的文档，还包括硬件采购和网络设计中形成的文档；不但包括上述有一定格式要求的规范文档，还包括系统建设过程中的各种来往文件、会议纪要、会计单据等资料形成的不规范文档，后者是建设过程中有各方谈判甚至索赔的重要依据；不但包括系统实施记录，还包括程序资料和培训教程等。

#### 25.1.1 信息系统文档的种类

信息系统文档种类繁多，非常复杂，可以说是不胜枚举。信息系统中的文档的作用也就是系统中各种参与者之间交流沟通的工具。

软件文档一般分为三类：开发文档、产品文档、管理文档。

#### 25.1.2 信息系统文档的特点

系统文档往往是多人合作完成的，并且会传送给更多的人使用。它有两个重要的特性：变更性和共享性。

系统文档的形成并不是一蹴而就的，往往需要进行多次的修改，并且经常是在多人之间的合作成果，往往也需要经历开发、评审、修改的过程。系统文档通常有众多的使用者，文档开发者创建好文档后都需要经过一个有效的途径分发到使用者手上，通常每个使用者都有一份文档的备份。

如何在系统文档的开发过程中进行有效的控制和管理，如何进行文档的分发并保证

每个使用者都有相同的备份，这是文档管理中的一个重要课题，解决它的唯一办法就是配置管理。

## 25.2 配置管理的基本概念

### 25.2.1 配置项

信息系统中的文档和软件在其开发、运行、维护的过程中会得到许多阶段性的成果，并且每个文档、软件在开发和运行过程中还需要用到多种工具软件或配置。所有这些信息项都需要得到妥善的管理，决不能出现混乱，以便在提出某些特定的要求时，将它们进行约定的组合来满足使用的目的。

这些信息项是配置管理的对象，被称为配置项。它们通常可以分成下面的6种类型。

**(1) 环境类。**软件开发、运行和维护的环境，如编译器、操作系统、编辑软件、管理系统、开发工具、测试工具、项目管理工具、文档编制工具等。

**(2) 定义类。**需求分析与系统定义阶段结束后得到的工件，如需求规格说明书、项目开发计划、设计标准或设计准则、验收测试计划等。

**(3) 设计类。**设计阶段得到的工件，如系统设计说明书、程序规格说明、数据库设计、编码标准、用户界面设计、测试标准、系统测试计划、用户手册。

**(4) 编码类。**编码及单元测试结束后得到的工件，如源代码、目标码、单元测试用例、数据及测试结果。

**(5) 测试类。**系统测试完成后的工作，如系统测试用例、测试结果、操作手册、安装手册。

**(6) 维护类。**维护阶段产品的工作，以上任何需要变更的软件配置项。

配置项是一个独立存在的信息项，我们可以把它看成一个元素，单独的一个元素发挥不了什么作用，但随着工作的进展，出于不同的要求，需要将这些元素进行不同的组合，这个组合称配置，配置是一个软件产品在生存期各个阶段的不同形式（记录特定信息的不同媒体）和不同版本的程序、文档及相关数据的集合，或者说是配置项的集合，它具有完整的意义。

系统需求是由很多需求描述文件和系统用例组成的，每一个文件是一个配置项，所有的配置项结合起来才能够形成一个完整的系统需求，系统需求就是一个配置。

### 25.2.2 配置管理

简单来说，配置管理简单说，就是对配置的管理。按国际标准 ISO9000：3.1997 的说法，配置管理是一个管理学科，它对配置项（包括软件项）的开发和支持生存期给予

技术和管理上的指导。配置管理的应用取决于项目的规模、复杂程序和风险大小。软件工程专家 W.Babich 认为, 软件配置管理能协调软件开发, 使得混乱减少到最小。软件配置管理是一种标志。组织和控制修改的技术, 目的是最有效地提高生产率。《软件工程术语》(国家标准 GB/T 11457-2006), 给配置管理下了定义, 配置管理是应用技术和管理的指导和监控, 以标识和说明配置项的功能和物理特征的方法控制这些特征的变更, 记录和报告变更处理和实现状态并验证与规定的需求的遵循性。它是对下列工作进行技术和行动指导与监督的一套规范。

- (1) 对配置项的功能特性和物理特性进行标志和文件编制工作。
- (2) 控制这些特性的变动情况。
- (3) 记录并报告这些变动进行的处理和实现的状态。

综合以上几种对配置管理的解释, 可以把软件配置管理概括为: 它是采用技术手段和行政手段进行管理和监督的一套规范化方法; 对配置项的功能特性和物理特性加以标志, 并将其文件化; 控制这些特性的变更; 报告变更进行的情况和变更实施的状态及验证与规定需求的一致性。

总之, 配置管理主要是对软件生存期过程中的各种阶段产品和最终产品演化和变更的管理, 它是软件质量管理的重要组成部分。如果从变更的意义讲, 软件配置管理是要解决软件的变更标志、变更控制, 以及变更发布的问题。

### 25.2.3 配置管理的意义

信息系统项目的对象是信息系统, 它和传统的制造产品有着很大的差别, 这些差别决定了信息系统项目必须相应地采取特殊的措施, 否则将无法达其目标。信息系统是不可见抽象的智力产品, 其规模日益扩大和复杂, 参加的人员数量日益增多, 沟通工作量也越来越大, 并时时处于变化之中, 并对系统开发人员的依赖相当大。由于这些原因, 信息项目很容易造成信息的拥有者的版本不一致, 或者需要的文件找不到, 或者需求变化太快以致产品与需求不一致的现象。所有这些现象用配置管理的方法都是很容易实现的。

具体的配置管理能够解决以下问题。

**(1) 多重维护问题。**一个文档的几个备份在不同的地方使用, 或者若干个文档中都含有一些共同的内容。如果一个用户发现了一个文档出现了问题便直接进行修正, 或几个用户发现了问题都各自做了修正, 那么文档就不一致了。

这是配置管理最容易解决的问题, 用户在需要修改某文档时, 必须从配置库中检出该文档, 修改后再检入, 每个用户需要该文档时都从配置库中检出最新的文档。

**(2) 同时修改问题。**多个用户对同一个文档进行修改, 这时就有可能出现有的用户的变更消失了。要解决这个问题, 有两个办法, 一个是同一时间只允许一个人检出, 另一个办法是将文档分成多个文档, 避免编辑冲突。

(3) **丢失版本或不知版本**。这个问题的解决要明确规定保留哪个版本，销毁哪个版本；采用一种系统化的文档标志版本，并控制版本的变更采用统一的备份规程。

## 25.3 配置管理过程

配置管理是 CMM2 中的一个重要的 KPA，其作用就是建立和保证整个软件生命周期中产品的完整性。它是所有成熟的软件组织必需的一个管理过程。本节说明配置管理中的角色、流程及配置管理计划的制订。

### 25.3.1 配置管理中的角色和分工

要使配置管理活动在信息系统的开发和维护中得到贯彻执行，首先要明确确定配置管理活动的相关人员及其职责和权限。配置管理过程的主要参与人员如下所示。

(1) **项目经理 (Project Manager, PM)**。项目经理是整个信息系统开发和维护活动的负责人，他根据配置控制委员会的建议，批准配置管理的各项活动并控制它们的进程。其具体工作职责如下：

- 制订项目的组织结构和配置管理策略；
- 批准、发布配置管理计划；
- 决定项目起始基线和软件开发工作里程碑；
- 接受并审阅配置控制委员会的报告。

(2) **配置控制委员会 (Configuration Control Board, CCB)**。负责指导和控制配置管理的各项具体活动的进行，为项目经理的决策提供建议。其具体工作职责如下：

- 批准配置项的标志，以及软件基线的建立；
- 制订访问控制策略；
- 建立、更改基线的设置，审核变更申请；
- 根据配置管理员的报告决定相应的对策。

(3) **配置管理员 (Configuration Management Officer, CMO)**。根据配置管理计划执行各项管理任务，定期向 CCB 提交报告，并列席 CCB 的例会，其具体工作职责如下：

- 软件配置管理工具的日常管理与维护；
- 提交配置管理计划；
- 各配置项的管理与维护；
- 执行版本控制和变更控制方案；
- 完成配置审计并提交报告；
- 对开发人员进行相关的培训；
- 识别开发过程中存在的问题并制订解决方案。

(4) 开发人员 (Developer, Dev)。开发人员的职责就是根据项目组织确定的配置管理计划和相关规定, 按照配置管理工具的使用模型来完成开发任务。

### 25.3.2 配置管理流程

配置管理流程图如图 25-1 所示。

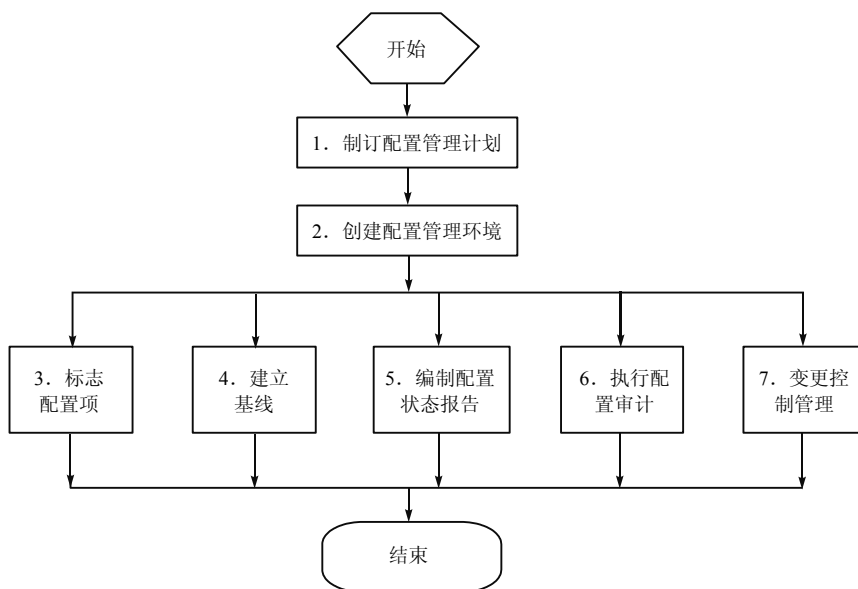


图 25-1 配置管理流程图

(1) **制订配置管理计划**。在项目启动阶段, 项目经理首先要制订整个项目的开发计划, 它是整个项目研发工作的基础。总体研发计划完成之后, 配置管理的活动就可以展开了, 如果不在项目开发之初制订配置管理计划, 那么配置管理的许多关键活动就无法及时有序地进行, 而它的直接后果就是造成项目开发状况的混乱, 并注定使配置管理活动成为一种救火的行为。由此可见, 在项目启动阶段制订配置管理计划是项目成功的重要保证。配置管理计划由 CMO 制订, 主要内容是制订配置管理策略、变更控制策略, 编写并评审配置管理计划。

(2) **创建配置管理环境**。创建配置管理环境主要是由 CMO 设置硬件环境、设置网络环境、设置软件环境、建立一个配置管理库, 存储项目中定义的配置项, 安装配置管理工具, 如 ClearCase、VSS 等, 并提供配置管理培训。

(3) **配置管理计划的实施**。配置管理计划的实施由项目相关参与人员进行, 主要是进行配置标志、建立配置基线、编制状态报告、招待配置审计和变更控制。

制订配置管理计划的过程包括以下主要工作流程。

- CCB 根据项目的开发计划确定各阶段里程碑和开发策略。

- CMO 根据 CCB 的规划，制订详细的配置管理计划，交 CCB 审核。
- CCB 审核通过配置管理计划后交项目经理批准，发布实施。

(4) **配置管理计划的执行**。执行阶段的配置管理活动主要分为 3 个层面。

- 由 CMO 完成日常管理和维护工作。
- 由 DEV 具体执行配置管理策略。
- 变更控制。

这 3 个层面彼此之间既相互独立、又互相联系。

在配置管理执行过程中，具体按照如下流程进行。

- CCB 设定研发活动的初始基线。
- CMO 根据软件配置管理规划设立配置库和工作空间，为执行配置管理人员做好工作准备。
- 开发人员按照统一的软件配置管理策略，根据获得授权的资源进行项目的研发工作。
- CCB 根据项目的进展情况，审核各种变更请求，并适时地划定新的基线，保证开发和维护工作有序地进行。

### 25.3.3 配置管理计划

原则上，配置管理计划是信息系统开发计划的一个组成部分。一个信息系统项目启动以后，要认真分析项目的要求和特点，精心地组织策划。在考虑制订进度安排计划、人员投入计划、质量保证计划、风险管理计划、文档编制计划等的同时，必须制订配置管理计划。

配置管理计划通常要涉及该项目对配置管理的要求，实施配置管理的责任人、责任组织及其职责，开展的配置管理活动、方法和工具等。

这里以 IEEE 的标准为例，介绍配置管理计划应包括的内容。

配置管理计划标准 IEEE 828-1990 Standard for Software Configuration Management Plan。

(1) 引言。

- 配置管理计划的目的、适用范围、使用要求。
- 项目概述。
- 项目中需特别关注的配置管理问题和风险。
- 配置管理严格性要求的等级。
- 限制和假设。
- 术语。
- 参考文件。

(2) 配置管理。

- 配置管理的组织结构。
- 职责和权限。
- 指令和方针。
- 参照的规程（组织的规程或客房的规程）。
- 遵循的标准。

（3）配置管理活动。

- 配置标志。
- 变更管理和配置控制。
- 配置状态说明。
- 配置审核。
- 接口和子合同方控制。

（4）配置管理进度安排。

- 配置管理重要事件的顺序。
- 配置管理各项活动间的依赖关系。
- 与其他重要项目里程碑的关系。

（5）配置管理所需的资源。

- 采用的工具。
- 使用的设备。
- 应用的技术。
- 所需的培训。
- 对其他人员的要求。

（6）配置管理计划的维护。

- 维护的责任。
- 计划更新的条件和审批。
- 计划变更的交流和通报。

## 25.4 配置管理中的活动

### 25.4.1 配置标志

配置标志是配置管理的基础性工作，是管理配置管理的前提。配置标志是确定哪些内容应该进入配置管理形成配置项，并确定配置项如何命名，用哪些信息来描述该配置项。

## 1. 确定配置项

在信息系统项目中形成的技术性文档和管理性文档,除一些临时性的文档外一般都应该进行配置管理。一般来讲,判定一个文档是否进行配置管理的标准应该是此文档是否有多个人需要使用,这些文档往往在项目的进程中不断地修正和扩展,要保证每个使用者都使用同一版本的文档,就必须将这些文档纳入配置管理,成为受控的配置项。

Roger S.Pressman 认为至少以下所列的文档应该成为配置项。

- (1) 系统规格说明书。
- (2) 项目计划。
- (3) 需求规格说明书。
  - 图形分析模型。
  - 处理规格说明。
  - 原型。
  - 数学规格说明。
- (4) 用户手册。
- (5) 设计规格说明。
  - 数据设计描述。
  - 体系结构设计描述。
  - 模块设计描述。
  - 对象描述。
- (6) 源代码。
- (7) 测试规格说明。
  - 测试计划和步骤。
  - 测试用例、记录和结果。
- (8) 操作和安装手册。
- (9) 可执行程序。
  - 模块可执行代码。
  - 链接的模块。
- (10) 数据库描述。
  - 模式和文件结构。
  - 初始内容。
- (11) 联机用户手册。
- (12) 维护文档。
  - 软件问题报告。
  - 维护请求。
  - 工程变更指令。
- (13) 软件工程标准和规程。



## 2. 配置项命名

确定了配置项后,还需要对配置项进行合理、科学的命名。配置项的命名绝不能随意为之,必须满足以下两点。

(1) **唯一性**: 要求在一个项目内不能出现重名现象,以避免混淆。

(2) **可追溯性**: 名字应能体现相邻配置项之间的关系。

一个典型的实例是采用层次式的命名规则来反映树状结构,树状结构上结点之间存在着层次的继承关系。图 25-2 为一个典型的信息系统工程的配置项目录结构。

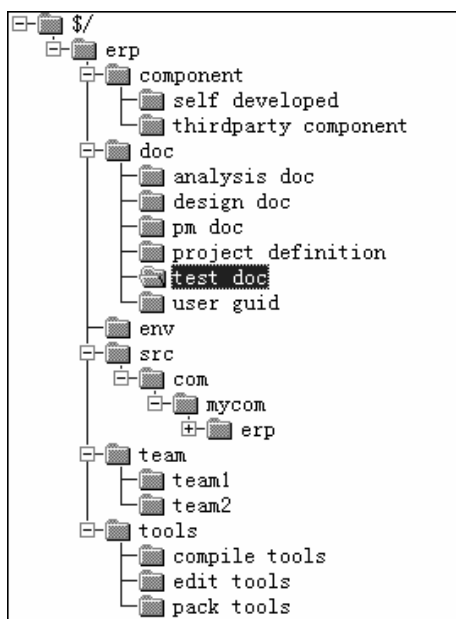


图 25-2 一个典型的信息系统工程的配置项目录结构

## 3. 配置项的描述

由于配置项除了名称外还有一些其他属性和与其他配置项的关系,因此它可以采用描述对象的方式来进行描述。

每个配置项用一组特征信息(名字、描述、一组资源、实现)标识。

(1) **名字**: 确切标志对象的字符串。

(2) **描述**: 数据项表,应包括对象表示的配置项类型(如文档、程序或数据)、项目标志符、变更和版本信息。

(3) **资源**: 该对象所提供的、处理的、引用的或另外所需要的实体。例如,数据类型、特定函数、甚至是变更名。

(4) **实现**: 基本对象是指向“文本单元”的指针,复合对象则是 null。

配置项间的关系有整体和部分的关系及层次关系,也有关联关系。

配置项间的关系可以用 MIL (Module Interconnection Language) 表示。MIL 描述的是配置项间的相互依赖关系，可自动构造系统的任何版本。

## 25.4.2 版本控制

### 1. 什么是版本

对于信息产品的版本有两个方面的意思，一是为满足不同用户的不同使用要求，如用于不同运行环境的系列产品。如适合 Linux、Windows、Solaris 用户的软件产品分别被称为 Linux 版、Windows 版和 Solaris 版。它们在功能和性能上是相当的，原则上没有差别，或者说，这些是并列的系列产品。对于这类差别很小的不同版本，互相也称为变体 (Variant)。

另一种版本的含义是在软件产品投产使用后，产品经过一系列的变更，如纠错、增加功能、提高性能的更改，而形成的一系列的顺序演化的产品，这些产品也称为一个版本，每个版本都可说出它是从哪个版本导出的演化过程。

必须注意到，修正后的新版本往往不能完全代替老版本，尽管新版本有某些优越的特性。因为一些用户仍然使用着老版本，并且不容易立刻做到以旧换新，否则可能会打扰老版本原有的工作环境。显然，多个版本被多个用户同时使用的情况是不可避免的现实现。这就要求多个版本共存，这也就是配置管理要解决的一个重要课题。

### 2. 版本控制 (Version Control)

版本控制用于管理信息工程中生成的各种不同的配置将规程和相关管理工具结合起来。按 G.M.Clemm 对版本管理的解释：配置管理使用户借助选择适用的版本来选定软件系统的配置，为此需要确定每个软件版本的属性，同时考虑到同描述一些预期属性所构成的配置。

版本管理要解决的第一个问题是版本标志，也就是为区分不同的版本，要给它们科学的命名。通常有以下几种版本命名的方法。

**(1) 号码版本标志。**以数字表示，如用 1.0、2.0、1.2、2.1.1 等表示版本号。一般认为 1.0、2.0 等为基础版本，1.1、1.2 则是对基础版本 1.0 的第一次修改和第二次修改。对有重大更动或因多次修改导致的全局性重要更动，则应该提高基础版本号，例如，上升到 2.0。

这种顺序号码的命名法被广泛地使用，它的突出优点就是简单直观。但如果版本多了，并且出现了非简单顺序的线型号码，就很难从号码上区分其前后的继承关系，无法体现命名的可追溯性原则。另外，只根据号码也不能看出更多的信息。

**(2) 符号版本标志。**这种标志版本的命名方法是将重要的版本属性有选择地给出，如 Windows 98、Windows 2000、JBuilder 2005 将版本产生的时间给出。为了从版本标志上看到更多信息，可能给出更多的属性，如面向的客户群、开发语言、硬件平台、生

成日期等。

配置管理中,版本包括配置项的版本和配置的版本,这两种的版本的标志应该各有特点,配置项的版本应该体现出其版本的继承关系,它主要是在开发人员内部进行区分。另外,还需要对重要的版本做一些标记,如对纳入基线的配置项版本应该做一个标志。对于配置来讲其版本号往往是在非常广的范围内使用,需要对其版本的重要属性进行标志,但同时,它必须有一个内部的版本号,这个内部的版本号通常采用的号码版本标志方法。

上面讲的版本控制都是指配置管理的纵向生成的产品的版本控制,对于纵向的版本即适应不同运行环境的版本,在配置管理中应该采用增加一个配置项或配置的方式来进行管理。配置管理本身就应该将信息系统的生成产品纳入配置库,既然该信息系统生成一系列应该用于不同环境的版本,当然每个版本都应该纳入配置管理,形成配置项。

### 25.4.3 变更控制

配置管理的最重要的任务就是对变更加以控制和管理,其目的是对于复杂,无形的软件,防止在多次变更下失控,出现混乱。

#### 1. 变更

(1) 变更是不可避免的。

变更来源有两个方面,一是用户,他们是信息工程项目需求的提出者。一个十分常见的现象是用户提出需求以后,在开发过程中用户又改变了其需求,这只能迫使开发工作返工,丢弃一些无法修正的部分。无疑这会造成一定的损失,但却无法完全避免。要求用户一次性地把需求讲清楚,并且不允许此后做任何变更,这是不现实的。我们只能尽力减少变更,降低其影响。开发人员如何解决好自己的工作产品与变更的用户需求之间的一致性,正是 CMM2 级需求管理这个关键过程域的主要目标。

变更来源的另一个方面来自开发人员自身。他们在工作中可能发现前期工作中有些不妥当的地方,便要修改已经确定的设计方案或是设计的细节。也许是项目管理人员提出要修订已经确定的项目方案。由此所导致的返工甚至部分工作产品的报废也是在所难免的。

原则上说,随着工作的进展,无论是用户还是开发人员都将掌握更多的信息,对问题本身和设计方案有了更深入的认识,同时也会发现原来的设想有不充分,不完善甚至有不合理、不可行的成分。这时提出修正是完全合理的,是符合人们认识规律的。对于复杂而生疏的问题要求人们一次认识正确,其解决方案也要求一次设计完全无误都是不现实的。

变更出现的不可避免性决不意味着其可以任意修改,也不能以此作为软件产品质量达不到要求的借口。毫无疑问,信息工程过程中变更管理的责任重大,能否解决变更管

理问题是成熟软件组织的一个明显的检验标志。

### （2）变更是复杂的。

一个配置项出现变更，可能会涉及一些相关的部件和文档，这将影响到项目开发工作中的许多人员。例如，测试引发了需求的修改，那么很可能要涉及需求规格说明书、概要设计、详细设计和代码等相关文档，甚至测试计划随之变更。

如果是多个开发人员对同一部件做了修改，情况会更加复杂。例如，在测试中发现了两个故障。先指定甲去解决第一个故障，同时指定乙去解决第二个故障。尽管最初以为两个故障是无关的，但后来两人发现这两个故障都是同一个部件的不同位置引起的。可是两人接受任务时还不了解这一情况。于是甲从配置库中取出该部件并做了修改，并送回配置库；此后，乙从库中取出了原始版，做了他的修改，放入库中时代替了甲修改后的版本。显然甲的工作白做了。在回归测试时，发现甲并没有做他的修改工作，结果甲又得重做修改。

### （3）变更管理的任务。

变更管理简单地讲就是控制修改，使之不出现改错、改乱的现象。变更管理的任务如下。

- 分析变更：研究变更的必要性，经济可行性（是否合算）和技术可行性（能否实现）。
- 记录和追踪变更。
- 采取措施保证变更在受控状态下进行。

IEEE 解释变更管理时说，它是软件配置管理的一个重要的组成部分，涉及在给配置项建立了正式的配置标志后，变更的评价、审批与实现诸方面的活动。

## 2. 配置库

配置库（Configuration Library）也叫作配置项库（Configuration Item Repository），是配置管理的有力工具。

### （1）配置库的作用。

配置库的主要作用表现如下。

- ① 记录与配置相关的所有信息，其中存放受控的配置项是很重要的内容。
- ② 利用库中的信息可评价变更的后果，这对变更控制有着重要的意义。
- ③ 从库中可提取各种配置管理过程的管理信息，可利用库中的信息查询回答许多配置管理的问题，例如：

- 哪些客户已提取了某个特定的系统版本？
- 运行一个给定的系统版本需要什么硬件和系统软件？
- 一个系统到目前已生成了多少个版本，是何时生成的？
- 如果某一特定的构件变更了，会影响到系统的哪些版本？
- 一个特定的版本曾提出过哪些变更请求？

- 一个特定的版本有多少已报告的错误？

利用配置库实现配置管理是非常有效的。如同一个大型工厂，生产出的许多零部件，以及许多成品需要在仓库里加以集中存放和保管一样，要依靠仓库的管理机制保证存放在其中的零部件和成品的安全和有序，不致发生混乱（例如，把外形相似或完全一样的两种产品混淆），也不致发生仓库存放物品丢失现象。为了强化仓库的管理，要采取一些有力和有效的措施，例如，要严格坚持出入库检查制度。

与此相似，采用配置库实现软件配置管理，就可把软件开发过程的各种工作产品，包括半成品、阶段产品和最终产品管理得井井有条，使其不致管乱、管混、管丢。上述甲乙二人修改程序时出现的问题，正是要靠对配置库的入库检查（Check In）和出库检查（Check Out）来加以解决。同时，若配合有访问权限的措施就完全可以做到库内存放的产品什么人可以看，什么人可以取，什么人可改，什么人可以存入等的控制。在这种控制之下的库产品，如果甲正对其修改，乙就无法拿到，因为他取出时，这个产品被锁住了，所以不可以发生甲乙之间的问题。

## （2）配置库的分类。

配置库有以下三类。

- 开发库（Development Library）。存放开发过程中需要保留的各种信息，供开发人员个人专用。库中的信息可能有较为频繁的修改，只要开发库的使用者认为有必要，无须对其做任何限制。因为这通常不会影响到项目的其他部分。
- 受控库（Controlled Library）。在软件开发的某个阶段工作结束时，将工作产品存入或将有关的信息存入。存入的信息包括计算机可读的，以及人工可读的文档资料。应该对库内信息的读/写和修改加以控制。
- 产品库（Product Library）。在开发的软件产品完成系统测试之后，作为最终产品存入库内，等待交付用户或现场安装。库内的信息也应加以控制。

作为配置管理的重要手段，上述受控库和产品库的规范化运行能够实现对软件配置项的管理。

## 3. 配置基线

### （1）基线。

基线（Baseline）是软件生存期各开发阶段末尾的特定点，也称之为里程碑（Milestone），在这些特定点上，阶段工作已结束，并且已经形成了正式的阶段产品。

建立基线的概念是为了把各开发阶段的工作划分得更加明确，使得本来连续开展的开发工作在这些点上被分割开，从而更加有利于检验和肯定阶段工作的成果，同时有利于进行变更控制。有了基线的规定就可以禁止跨越里程碑去修改另一开发阶段的工作成果，并且认为建立了里程碑，有些完成的阶段成果已被冻结。

图 25-3 给出了配置基线的示意图，在该图中在每个开发阶段的末尾都标出了该阶段的基线，图的上部则给出了各开发阶段的工作成果。事实上，现在人们已经把这些成

果称为基线了。例如，设计基线指的就是设计规格说明。

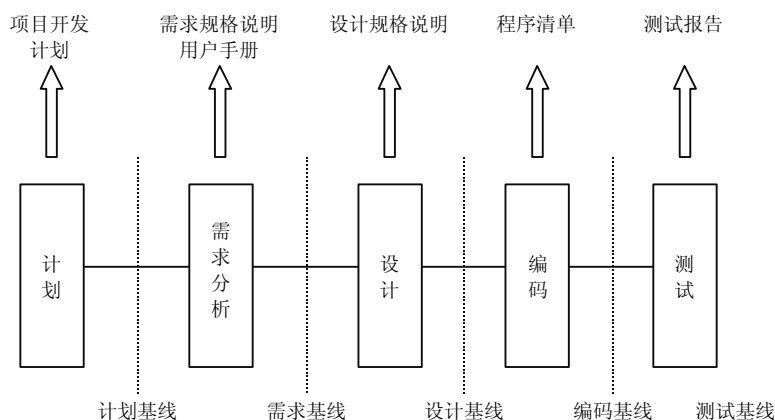


图 25-3 配置基线的示意图

作为阶段工作的正式产品，基线应该是稳定的，如作为设计基线的设计规格说明应该是通过评审的。如果还只是设计草稿，就不能作为基线，不能被冻结。

## （2）基线的种类。

如果把软件看作系统的一个组成部分，则以下 3 种基线是最受人们关注的。

- 功能基线。功能基线是指在系统分析和软件定义阶段结束时，经过正式评审批准的系统设计规格说明中对被开发软件系统的规格说明；或是指经过项目委托单位和项目承办单位双方签字同意的协议或合同中所规定的对被开发软件系统的规格说明；或是指由下级申请上级同意或直接由上级下达的项目任务中所规定的对待开发软件系统的规格说明。
- 分配基线。分配基线是指在软件需求分析阶段结束时，经正式评审和批准的软件需求规格说明。
- 产品基线。产品基线是指在软件组装与系统测试阶段结束时，经正式评审和批准的有关所开发的软件产品的全部配置项的规格说明。

## （3）基线与配置项。

提出基线的概念本来是为了更好地实现变更控制，但如果把每个基线都当成一个整体来看待会造成麻烦。因为一个变更很可能只涉及基线的很小部分。例如，假定某个大型软件中的一个模块修改了，如果将这一变更当作整个软件产品基线的变更，就很不方便。

事实上，基线可由多个软件配置项组成，一个软件配置项可以是一个文档，或者是一个可直接放在配置控制之下的工作产品，能够作为一个独立的基本部件加以修改。文档通常已被认为是独立可修改的部件了，但如有必要还可将其再加以细分，把文档中的章、节甚至段当作配置项来看待。

以产品基线为例，它往往含有多个代码级的配置。代码的变更是频繁的，因为几乎

所有的变更最后都要导致某些代码的变更。特别是在多个程序人员参与工作的情况下，每个人负责自己分工的那个模块，责任是清楚的，这就十分有利于变更的控制和追踪。

在定义软件配置项时有两种做法：一种做法是，把每个单独可编译的模块当作一个软件配置项，模块的名字就是软件配置项的名字；另一种做法是把每个文件当作一个配置项，文件名当作配置项名。

很明显，配置管理所管的配置项并不都是互相独立的，它们之间可能存在着某种相互依赖关系。如果说配置项 X 对配置项 Y 依赖，是指假如 Y 做变更，要求 X 也做变更，使 X 保持正确或者说使两个基线是一致的。不过除非是从配置项的性质导出的情况，这种依赖关系很难清晰地文档中表达。例如，体现设计文档的配置项往往依赖于代表需求文档的配置项，那就要在设计文档中说明，每项设计对应了哪些需求的实现。如果一个设计基线是由许多配置项组成，我们可以据此理解设计的哪些项和需求的某些项之间有着依赖关系。在代码中的情况也是这样，代表一模块的配置项依赖于另一模块的配置项，这种依赖关系往往可从设计规格说明中得到，在实施变更控制时，依赖关系应在变更请求中反映出来。这一点在后面的讨论变更请求中还会涉及，就是要明确变更的影响范围。

#### 4. 变更控制

##### (1) 变更控制委员会 (Change Control Board, CCB)。

也可称之为配置控制委员会 (Configuration Control Board)，是配置项变更的监管组织。其任务是对建议的配置项变更做出评价、审批，以及监督已批准变更的实施。

CCB 的成员通常包括项目经理、用户代表、软件质量控制人员、配置控制人员。这个组织不必是常设机构，完全可以根据工作的需要组成。例如，按变更内容和变更请求的不同，组成不同的 CCB。小的软件项目 CCB 可以只有 1 人甚至只是兼职人员。

如果 CCB 不只是控制变更，而是承担更多的配置管理任务，那就应该包括基线的审定、标志的审定，以及产品的审定，并且可能实际的工作需分为项目层、系统层和组织层来组建，使其完成不同层面的配置管理任务。

##### (2) 变更请求与变更控制。

① **利用配置库实现变更控制。**一般情况下，开发中的配置项尚未稳定下来，对于其他配置项来说处于不处理工作状态下，或称之为自由状态下，此时它并未受到配置管理的控制，开发人员的变更并未受到限制。但当开发人员认为工作已告完成，可供其他配置项使用时，它就开始稳定。把它交出评审，就开始进入评审状态；若通过评审，可作为基线进入配置库（实施检入），开始冻结，则此时开发人员不允许对其任意修改，因为它已处于受控状态。通过评审表明它确已达到质量要求；但若未能通过评审，则将其回归到工作状态，重新进行调整。可以通过图 25-4 看到上述配置项的状态变化过程。

处于受控状态下的配置项原则上不允许修改，但这不是绝对的，如果由于多种原因需要变更，就需要提出变更请求 (Change Request)。在变更请求得到批准的情况下，允

许配置项从库中检出，待变更完成，并经评审后，确认变更无误方可重新入库，使其恢复到受控状态。

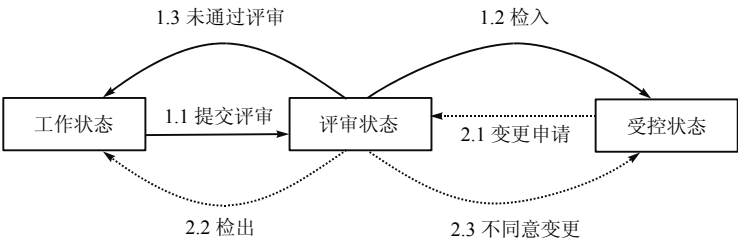


图 25-4 配置项的状态变化过程

② 变更请求。变更请求是实施变更控制的第一步，也是必不可少的一步。最常见的变更理由可能是消除缺陷，适应运行平台的变更；或是软件扩展提出的要求，例如，增加功能、提高性能等。

变更请求的主要内容有如下三方面。

- 变更描述。包括变更理由、变更的影响、变更的优先级等，就是要申述做什么变更，为什么要做，以及打算怎么做的问题。
- 对变更的审批。对变更的必要性、可行性的审批意见，主要是由配置管理员和 CCB 对此项变更把关。
- 变更实施。变更实施的情况、质量保证审查和配置管理审查情况。
- 故障报告。提出变更请求最为常见的情况是已经入库的基线发现了新的缺陷，表现为故障，为了更好地实施变更和变更管理，有的软件组织要求在提出变更请求前提出故障报告（Fault Report，FR）。

如表 25-1 所示提供了变更请求表的实例。

表 25-1 变更请求表的实例

项目名称：	变更请求标志：	
变更请求		
变更理由：		
变更描述：		
影响范围：		
变更优先性考虑：		
估计变更工作量：		
分析与评估：	分析者：	日期：
分析评估意见		



续表

审批: CCB 审查意见	CCB 负责人:	日期:
变更实施: 变更实施情况	实施负责人:	日期:
质量保证审查: 审查意见	QA 负责人:	日期:
配置管理审查: 变更意见	CM 负责人:	日期:

③ **变更控制过程**。从表 25-1 所示的变更请求表中已能看出变更控制的大致过程，下面以变更请求表 CRF 为基础进一步给出其控制过程，如图 25-5 所示。

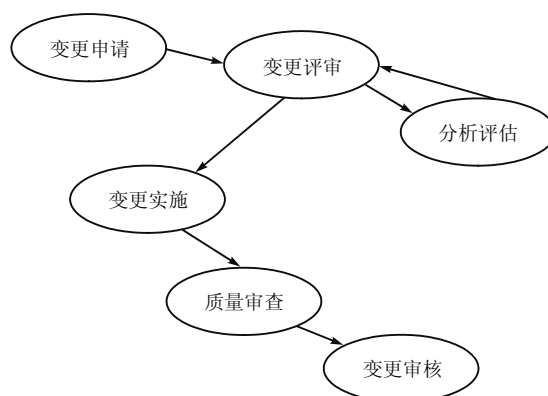


图 25-5 变更控制过程

如图 25-5 所示，项目相关人员发现问题，提出变更，将变更申请提交到 CCB，CCB 对变更申请进行评审，如果有必要将变更交由专门的变更分析人员进行分析评估，那么由变更分析人员对变更进行分析评估，分析评估后意见交 CCB 作为变更评审的依据。在分析和评估变更请求时主要考虑的是变更对成本、进度和质量等方面的影响。必要时配置管理人员、变更分析人员可能要与变更请求人交谈和商讨。

在 CCB 批准后送交变更实施者，应该要求记录变更的情况。实际上，变更请求表上不仅记载了变更请求和变更审批的信息，而且还包含有关变更实施的信息，可见，可通过变更请求表了解到变更的实施状态。

关于变更实施情况还可通过状态说明了解。在变更实施后，质量保证人员和配置管

理人员还将对变更的质量进行监控，保证变更的质量和变更的有效性。

附有故障报告的变更请求，特别在故障较为严重时，常常被当作高优先级的变更请求处理。事实上，故障报告还可用于追踪软件中缺陷清除的状态。

故障报告包含的内容如下。

① **FR ID（故障标志）**。故障信息，包括故障描述、故障严重程度、怀疑有问题的部位、故障的影响、故障现象和环境信息、估计的故障原因、故障信息提供者等信息。

② **CCB 评估意见**。是否批准，优先级如何，相关说明等。

③ **故障修复信息**。要变更的部分和相关说明。

(3) 变更记录。

按上述要求，尽管变更被置于控制之下，但便于长期保留变更的相关信息以备后用，需要把这些信息保存起来。首先，应将变更请求表作为配置项在配置库中登录；其次，在变更的代码模块或文档内应记录有关变更的信息。

## 25.4.4 构造管理

### 1. 构造的定义

(1) **什么是构造**。人们在认识事物中不可能一开始就完全对其认识清楚，同样，在信息工程中，我们不可能一下子就把需求搞清楚，不可能一下就把这个信息系统建立起来，所有这些，都是从表面到深入、从片面到全面、从模糊到清楚、从简单到复杂的过程。信息工程中的产品也不是一下子就出来的，而是每个阶段都有一个产品产生，这些产品是有连续性的，下一阶段的产品是上一阶段产品的延续，是逐步进化的过程。这些工作产品从表象上来看一般都是对一组完整的相关的配置项进行整合或编译而得的。从这个意义上讲，每个阶段性的产品就称为构造。

(2) **构造的特点**。根据构造的定义，我们不难得出构造的以下3个特点。

- 构造的内容，构造都是由一组相关的配置项进行整合或编译生成的，这组配置项就是构造的来源。
- 构造的方法，每个构造都有一个生成方法，以及其生成的工具及环境。比如，一个普通的 Word 文档，它是将几个文档的内容进行编辑而生成的。生成环境和工具就是当前使用的 Office 软件及其版本。一个执行代码，则是由一个编译工具对一组代码按一定的步骤和方法进行编译的结果。
- 构造的版本，构造也是一系列顺序演化的产品，显然对它也应该进行版本管理。

(3) **构造的要素**。由这几个特点，我们可以知道，要准确描述一个构造，我们得知道构造的名称、构造的应用、构造的功能、构造的内容、构造的方法，以及构造的版本。只有对这6方面进行准确的描述人们才能够对一个构造有清楚的认识，这6个方面就是构造的六要素。配置管理中显然应该将构造纳入配置管理，形成一个特殊的配置项，

并且在配置管理中对构造的这 6 个方面进行描述，特别是应该将构造的功能，构造的内容和构造的方法形成几个文件一起纳入进行管理。

## 2. 构造的管理

对构造的管理，就是要在构造出现问题时，我们能根据构造的内容和构造的方法重新构造，确定问题所在。另外，我们应该对构造的功能和用法相配合，取一个构造，我们就得同时取其相配置的用法和功能，这样我们才能够正常地使用构造。

**(1) 构造的标志。**构造的标志，也就是将构造添加到配置库形成配置项的过程。构造由于其应用环境的不同，其构造方法不同，构造的功能也略有差别。由此可见，构造往往也存在一些并行版本。比如，执行代码中应用于不同环境的版本，如 Linux 版本、Solaris 版本和 Windows 版本。还有从功能和性能上进行区别得到的普通版、高级版、企业版等。这些并行的版本实际上应该是不同的构造，每一个版本都应该单独纳入配置管理，形成不同的配置项。

在构造标志的过程中，我们必须将其功能、内容、构造方法、构造工具和构造结果一起纳入管理中，这几个方面是一个整体，构造的每一个版本都对应其相应的功能、内容、构造方法和构造工具。在构造的使用中，这几个方面的内容应该是一起配合才能正常使用的，不然就会出现問題，出现不一致的现象。

**(2) 构造的版本管理。**构造的版本管理和普通配置的版本管理是一致的，它也适合普通配置项的版本标志方式。

产品因为每一次构造生成的结果都是不相同的，于是它还有一个 build 码来进行标志，如 Windows 2000 5.00.2195，这其中的 5.00 是其内部版本号，2195 是一个 build 码，表示第 2195 次编译的结果，Windows 2000 是 Windows 的一个版本。

## 25.4.5 状态报告

### 1. 配置状态报告

配置状态报告 (Configuration Status Reporting) 也称为配置状态说明与报告 (Configuration Status Accounting&Reporting)，它是配置管理的一个组成部分，其任务是有效地记录报告管理配置所需要的信息，目的是及时、准确地给出配置项的当前状况，供相关人员了解，以加强配置管理工作。

在信息工程过程中，必须注意到它的动态特性。事实上，在信息工程管理过程中，配置项在不停地演化。随着开发工作的进展，工作产品不断扩展，形式也不断变化，从需求规格说明、设计说明到源程序等。另一方面，由于各种原因（纠错只是其中的一个原因），设计说明本身也在演变着，版本在更新着，对于这种动态特性如果没有控制手段，其后果是不可想象的。

配置状态报告就是要对在某个特定的当时的配置状态进行报告,也就是要对动态演化着的配置项取瞬时的照片,以利于在状态报告信息分析的基础上,更好地进行控制。

需要跟踪捕捉的状态报告信息可以是配置项的当前或以前的配置,变更请求或问题报告的状态和已获准变更的状态。

## 2. 配置状态报告的内容

配置状态报告的内容一般包括以下各项。

- 各变更请求概要:变更请求号、日期、申请人、状态、估计工作量、实际工作量、发行版本、变更结束日期。
- 基线库状态。
- 发行信息。
- 备份信息。
- 配置管理工具状态。
- 配置管理培训状态。

## 3. 配置状态报告的利用

在配置状态报告中提到了许多有关配置的信息,应该充分利用这些信息实现配置的控制,以下给出利用这些信息可以解决一些需要澄清的问题。例如:

- 程序 p13 的 1.6 版在哪个备份中可以使用?
- 在发行 5.1 和发行 5.2 之间实现了哪些变更请求?
- 在发行 5.2 中哪些程序更改过了?
- 在变更请求 671 中要对哪些配置项进行更改?在变更前和变更后,这些程序单元的版本是什么?是否所有的变更都完成并入库了?

## 4. 状态说明

在变更请求批准后,实施变更需要一段时间,要设置一种管理手段来反映变更所处的状态,这就是变更状态说明 (Status Accounting),它可供项目经理和 CCB 追踪变更的情况。

要求状态说明回答的问题可以是:

- 某个变更请示是否已被批准?
- 已批准的变更请求目前处于什么状态?
- 已完成的变更投入了多少时间和工作量?
- 某个配置项与哪几个变更请求有关?

状态说明的信息可以通过变更请求 (CR) 和故障报告 (FR) 得到,变更状态可分为活动 (正在实施变更)、完成状态 (已完成变更) 和未列入变更状态 3 种。

## 25.4.6 配置审核

### 1. 什么是配置审核

关于配置标志、配置项的变更控制等方面应该如何按规定实施，前面已经给出了说明，但在具体的项目开发中是否得到了遵循，需要进行检查。配置审核的任务便是验证配置项对配置标志的一致性。软件开发的实践表明，尽管对配置项做了标志，实践了变更控制和版本控制，但如果不做检查或验证仍然会出现混乱。这种验证包括：

- (1) 对配置项的处理是否有背离初始的规格说明或已批准的变更请求的现象。
- (2) 配置标志的准则是否得到了遵循。
- (3) 变更控制规程是否已遵循，变更记录是否可供使用。
- (4) 在规格说明、软件产品和变更请求之间是否保持了可追溯性。

配置审核工作主要集中在两个方面，一是功能配置审核，即验证配置项的实际功效是与其软件需求是一致的；二是物理配置审核，即确定配置项符合预期的物理特性。这里所说的物理特性是指定的媒体形式。

### 2. 配置审核的意义

配置审核的实施是为了确保软件配置管理的有效性，体现配置管理的最根本要求，不允许出现任何混乱现象，例如：

- (1) 防止出现向用户提交不适合的产品，如交付了用户手册的不正确版本。
- (2) 发现不完善的实现，如开发出不符合初始规格说明或未按变更请求实施变更。
- (3) 找出各配置项间不匹配或不相容的现象。
- (4) 确认配置项已在所要求的质量控制审查之后作为基线入库保存。
- (5) 确认记录和文档保持着可追溯性。

### 3. 配置审核的实施

**(1) 配置审核要选择适当的时机。**通常选择以下几种情况实施配置审核。

- 在软件产品交付或是软件产品正式发行前。
- 在软件开发的阶段工作结束之后。
- 在维护工作中，定期地进行。

**(2) 配置审核的责任人。**实施配置审核的审核人员可以包括项目组人员及非项目组人员，例如，其他项目的配置管理人员、软件组织的内部审核员，以及软件组织的软件配置管理人员。

**(3) 配置审核的工作开展。**

- 由项目经理决定何时进行配置审核工作。
- 质量保证组或软件组的配置管理组指定该项目的配置审核人员。
- 项目经理和配置审核员决定审核范围。
- 配置审核员准备配置审核检查单。

- 配置审核员安排时间审核文档和记录，审核活动可能涉及项目范围、配置项的入库及出库、评审记录、配置项的变更历史、测试记录、文件的命名、变更请求、版本的编号。
- 配置审核员在审核中发现不符合现象，并做记录。
- 由项目经理负责消除不符合现象。
- 配置审核员验证所有发现的不符合现象确定已得到解决。

## 25.5 配置管理的团队支持

### 25.5.1 大型信息系统项目的特点

随着信息化时代的到来，信息系统功能越来越多，集成度越来越高，信息系统项目也就越来越复杂，管理也越来越困难。今天的信息系统项目已经是在时间，空间上的一个广泛的集成了。它往往有如下3个特点：

**(1) 系统复杂产品众多。**随着 Internet 和高速上网的兴起，现在的 ERP 系统、电子商务系统、电子政务系统，都逐步向高度集成方向发展，一个系统往往和多个系统互连形成一个统一的整体。同时在每个信息系统的开发过程中，都产生大量的文档、源代码和交流信息，这些都是信息系统项目开发实施过程中的产品，这些产品数量众多，类别也五花八门。并且有的项目还要求产生运行于不同环境的最终产品。

**(2) 地域分布广泛。**现在世界的生产已经是一个全球协作的大生产了，同样在信息系统的生产过程中也往往是多个企业多个地理位置组织的一个全球协作过程了。经常是一个项目的团队分布在多个地方。特别是一些 Open Source 的机构，其开发团队更是分布在世界各地，互相之间甚至都不认识。

**(3) 参加人员众多。**信息系统项目的工作量越来越大，参与者也就越来越多，并且参与者越多，信息交流的花销更多，花在开发工作上的时间也就相应减少，这样使得人越多效率越低，效率越低要求的人工也就越来越多。这也是现代信息系统项目管理上需要解决的一大课题。

### 25.5.2 信息系统项目中的配置管理的实施

#### 1. 变更冲突问题

如果项目中存在同时需要维护的两个版本的产品，那就会存在某些配置项需要同时维护两个版本的情况，这时我们要构建产品时怎样才能找到其需要的配置项版本？

或者一个配置项是共有的程序文档，一个开发小组需要在此程序中加入或更改一些变量或函数，如果直接将其更改后，或对其他小组的工作产生巨大的影响，而此小组对

这些文件的更改还不能完全确定，可能会继续更改，直到稳定为止。

更坏的情况是如果两个小组对一个相同文件都要更改要求时，这时就将更为复杂。

## 2. 变更冲突的解决

对上述的两个问题，我们可以采用常规的办法——建立多个配置库来加以解决。对于前一个问题我们对每个需要平行开发维护的版本都各建立一个配置库，这样，每个版本的维护都可以以一个独立的项目来进行。对于后两个问题，我们可以采用在开发小组内设立一个配置库的方式来进行，更改先在组内配置库中进行，检验证明无误才提交到主配置库中。

但这样由于有多个配置库，那么要保证每个配置库内容的一致性和完整性就需要新的工作量来完成，如果不保持每个配置库的一致性就将造成灾难性的后果。如何保证每个配置库的一致性呢？

我们需要加强变更控制力度，在小组内对变更也应进行强有力的控制措施，避免随意改动，并且在提交到主配置库中之前还应该对变更带来的影响进行分析，将影响降到最低。

我们还得加强配置审核工作，力保更改的有效性和正确性。

但是，我们这样解决又会带来新的问题——安全问题，如果只有一个配置库，那每个项目相关人员都只有一个账户和密码，但如有多个配置库，则每个项目相关人员都有多个账户和密码，这样随着账户和密码的增多，当然会带来安全隐患。另外还会增加额外的工作量。

对这几个问题，其实我们还有更行之有效的办法，那就是工作视图。

### 25.5.3 工作视图

#### 1. 分枝

如果一个配置项在多个版本上都需要进行修改，这时，就形成了不同的分枝。

分枝图，如图 25-6 所示。一个小组对配置项的 1.0 进行修改，形成 1.1、1.2、1.33 个版本，另一个小组对配置项的 2.0 进行修改，形成了 2.1、2.2、两个版本。这样从 1.0、1.1 到 1.3 就形成了一个分枝，2.0、2.1 到 2.2 形成了另一个分枝。而 1.0、2.0、3.0、4.0 也可以看成一个分枝，这个分枝是主分枝。

#### 2. 视图

项目中的每个人不可能对项目中的所有产品完全了解，并且对具体的产品也只能是对其部分版本了解，并且因为安全原因，每个人都应该只了解其应该了解的部分。于是项目中每个相关人员看到的项目信息就是对项目的一个视图，具体来说，视图就是对部分配置项分枝（可能是主分枝）的引用的一个组合。视图的使用者只是在视图的范围内对项目进行操作，对视图进行操作实际上就是对其引用的那些分枝的操作。

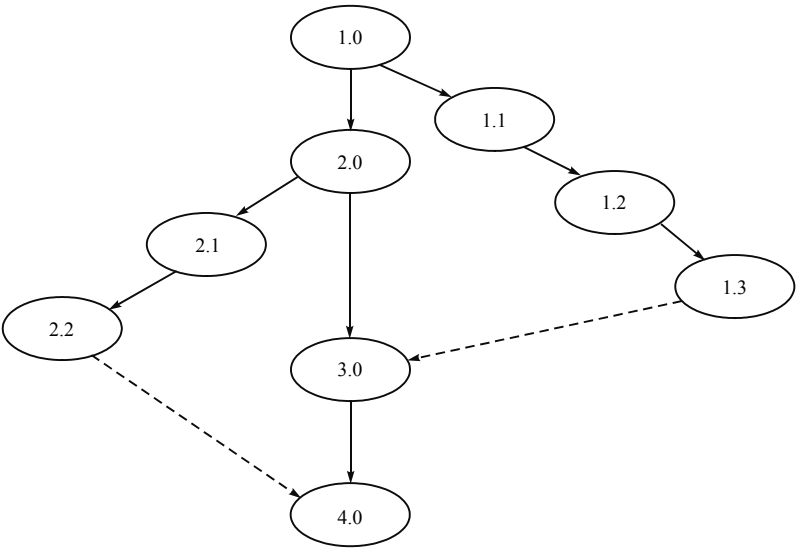


图 25-6 分枝图

表 25-2 为 3 个工作视图的示意，表中只列出视图中相关配置项的当前版本和修改属性。

表 25-2 工作视图的示意

配置项	视图 1	视图 2	视图 3
CommonFuncton.java	3.0，只读	2.3，可写	2.0，只读
Constraint.java	2.6，可写	4.0，只读	4.0，只读
JndiNames.java	5.0，只读	5.0，只读	3.4，可写
ServiceLocator.java		2.0，只读	2.0，只读
StringMatcher.java	1.2，可写	2.0，只读	
Application.properties	5.0，只读	3.1，可写	4.3，可写
.....	.....	.....	.....

视图有如下特点。

- (1) 每个配置项在同一个视图中最多引用一次。
- (2) 分枝在视图中可以是只读的也可以是可修改的，分别称为只读引用和可读引用。
- (3) 一个视图中引用的配置项有可能在别的配置库中，甚至是在 Internet 上的另一个服务器上。
- (4) 对视图中的引用进行检入，实际上是在引用的分枝上增加一个版本。对视图中的引用进行检出实际上是在引用的分枝上进行检出，先获取此分枝的最新版本再做检出标记。



### 3. 分枝合并

分枝在使用一段时间后,可能已经稳定,这样需要将分枝合并到主分枝上(如图 25-6 中虚线所示,从 1.3 版到 3.0 版,从 2.2 版到 4.0 版),这个过程叫作合并分枝,由于合并分枝后可能会对项目中其他相关人员造成重大的影响,因此合并分枝前应该有一个严格的评审过程,并且分枝合并应该由专门的配置管理人员进行操作。

### 4. 视图的优点

视图的优点有如下几个。

- (1) 每个人都只关注自己应关注的部分,使自己能够专心致志地工作,提高工作效率。
- (2) 视图可以支持大规模的并行开发,一个配置项可以支持多个人同时检出。
- (3) 每个人都在自己的视图上进行操作,不用担心对别人造成什么影响。
- (4) 每个人的权限都得到有效的控制,每个人都只能操作自己能处理的部分,不用担心安全问题。
- (5) 分枝的合并由专门的配置管理人员来完成,可减少操作失误的可能性。

## 第 26 章 战略管理

### 26.1 战略的概念

“战略”一词的起源可追溯至古希腊时代，英语中的 strategy 来源于希腊语的 startegos，意为“将军”。希腊语中的 startegos 是动词，意思是：对资源的有效使用加以摧毁敌人。战略一词在中国也是起源于兵法，指将帅的智谋。可以说，人类的战略意识及战略思想源远流长，战略运用到企业管理中，最早是在 19 世纪下半叶的第二次工业革命时代，而其广泛应用普遍认为是 20 世纪五六十年代。

提起战略一词，大家都会有想到“未来的重要计划”“全局的部署”等诠释，但真正要给它下个准确的定义还真是挺难，包括理论界也有各种定义，各方面的解释也不尽相同。

在军事学里，战略与以下内容联系在一起：“起草战争的计划……设计各个战役，并且决定各个战役内的各个战斗”；在博弈论里，战略是“一个完整的计划，一个详细说明在每个可能情形中博弈者将做出何种选择的计划”；在管理学里，战略是“一个统一的、综合的和完整的计划……精心设计来确保企业的基本目标得以实现”；在字典里，战略是“一个计划、方法或一系列为获得一个特殊目的或结果的技巧或谋略”。

下面对几种典型的解释和定义给予介绍，相信会对战略的概念和内涵的理解有进一步的帮助。

(1) 波士顿顾问公司的奠基人布鲁斯·亨德森对战略是这样概括的：“任何想要长期生存的竞争者，都必须通过差异化而形成压倒所有其他竞争者的独特优势。勉励维持这种差异化，正是企业长期战略的精髓所在。”

(2) 亨利·明茨伯格从计划 (Plan)、谋略 (Ploy)、范式 (Pattern)、定位 (Position) 和视角 (Perspective，或称思维模式) 五个方面来阐述战略的定义和内涵。

作为计划，战略可能是一般的，也可能是特定的。在特定意义上，作为计划，战略也可以是谋略，是某个特定的“技巧”，其目的是用智慧战胜对手或竞争者。一个小孩可能用篱笆作为策略来引诱恃强欺负他的人进入他的院子，而他的德国杜宾犬则在那里等待入侵者。同样，一个公司可能威胁要扩张工厂生产容量，以打消其竞争者建新工厂的念头。这里真正的战略是威胁，而不是扩张本身，这就是谋略。

如果战略可以被预谋，它们当然也可以被实现。换句话说，把战略定义为计划是不

够的，我们还需要一个定义来包含作为其结果的行为。有人提议第三个定义：战略是一种模式——明确地讲，在一系列行动里显现出来的模式。按照这个定义，当毕加索一度画蓝色时，那是一种战略，就像亨利·福特一度只提供黑色 T 型车的行为一样。换句话说，按照这个定义，战略是行为的连贯性，不管是有意还是无意。

第四种定义是战略是一种定位，特别是在组织理论家所谓的“环境”中定位组织的方法。按照这个定义，战略变成了组织和环境之间的媒介力量。用社会生态学的术语来说，战略变成了一个“小生境”；用经济学术语来说，战略成了一个带来租金的地方；用正式的管理学术语来说，战略成了一个产品-市场“领域”，是环境中资源集中的地方。这个战略的定义可以与前述的任何一个定义保持一致：定位可以被事先选择和执着追随，自始至终贯穿一个计划或谋略，并且/或者可以通过一种行为模式来达到。

第四种战略定义是通过对外部环境的寻求来定位组织，而第五种战略的视角定义则留意组织内部。这里，战略是一种视角，它不仅包括选择了的定位，还包括根深蒂固的认知世界的方式，其认为战略首先是一个概念。它说明，所有战略都只存在于相关者（那些实践它们的人）脑袋里的，视角是共享的，战略是一个被组织成员共享的思维方式，这种共享通过他们的目的或行动来进行。

## 26.2 战略的构成要素

战略的构成要素主要由战略目标、战略方针、战略实施能力和战略措施组成。

### 1. 战略目标

战略目标决定企业的产品/市场范围，是制定和实施战略的依据和出发点。确定组织的战略目标要具有科学性、合理性和可行性。关于战略目标，可细分为下列的一些要素。

**（1）企业的宗旨、使命。**它是企业和企业家价值观和社会责任感的反映，并且对企业的资源配置方向产生影响。

**（2）企业的长远目标。**考虑的是企业和社会上的地位和作用，以及在市场上的竞争地位，企业的长远目标经常会用定性和定量两种方法来描述。

**（3）资源配置方向。**资源配置方向就是企业的业务组合，业务组合包括企业业务组合现状描述、未来的调整和实现了长远目标的未来组合状况。其中在决定业务组合时，一定考虑到业务之间的战略协同，因为它是获得竞争优势的重要途径。

### 2. 战略方针

战略方针是用来指导全局的，组织行动的要求和组织级的战略计划都依赖于战略方针。战略方针的制定是在给组织做了 SWOT 分析后完成的，即组织的优势是什么，劣

势是什么，目前有哪些机遇，有哪些威胁。这样也能具有较强的针对性，能够在不同的环境中，不同的条件下采取不同的战略方针。

### 3. 战略实施能力

组织战略实施能力是组织战略实施的物质基础。这种物质基础既可以是组织自身拥有的，也可能是组织外部的，可以被组织通过协商获得的资源，根据组织战略目的和战略方针的要求，确定战略的规模、发展方向和重点。

### 4. 战略措施

战略措施是为准备和进行战略管理而实行的具有全局意义的实施战略的重要保障，是组织决策机构根据战略实施的需要，在组织架构、权利分配、监督机制、授权环境、财务管理和流程管理等方面的安排，以及其他所采取的各种全局性的切实可行的方法和步骤。

## 26.3 项目管理与战略管理的关系

自 20 世纪 80 年代开始，随着项目管理理论在西方发达国家取得突破，其应用范围也越来越广泛，从传统的“工程项目”扩展到各行各业广泛的“一次性任务”。虽然当时“一次性任务”成为项目管理的对象，但它与长期性组织（是区别于“项目”的临时性组织而言的，如企业或政府部门）之间存在着不协调的因素，由于对“单个项目”的项目管理方法所关注的重点是该“单个项目”自身目标的实现，因而在同一组织背景下开展多个项目的时候就不可避免各种冲突的发生。各个“单个项目”追求自身目标的实现，结果可能是部分“单个项目”的目标虽然实现了，而整个长期性组织的目标却未能实现，甚至连“单个项目”的自身目标都由于各个项目间的相互牵制而无法实现。

从实践角度看，目前中国大多数企业的项目管理现状不容乐观，在对诸多企业的实地调查发现，中国企业现在的项目管理活动具有以下特点：没有专门的人员或机构进行企业项目管理活动，每个人或部门往往是针对自己工作中的任务（项目）独立地采取一定对策，缺乏系统性、全局性。更有一些企业及部门根本就没有项目及项目管理的概念及意识；企业中的项目管理基本上是一种被动式管理，常见现象是临时性、一次性的应付活动；企业中项目管理活动往往是瞬时或间断性的，事后则无相应的总结积累；缺乏系统、科学的企业整体发展战略层面的项目管理理论方法指导。

至 20 世纪末期，美国众多企业最终认识到战略管理和项目管理两者之间的关系，以及他们的重要性，从单纯强调战略制订转为制订和实施并重，认识到项目管理原则既可应用到运作性计划实施当中，也可应用到战略计划的实施当中。这些实践活动使他们认识到企业项目管理不应孤立地进行若干个独立项目的管理，企业项目管理活动的有效

性都要从企业整体角度来衡量,企业正日益强烈地意识到从系统角度进行战略项目管理活动的重要性。

企业是一个复杂动态开放的系统,有效的项目管理活动必须能根据企业战略要求,并从企业整体角度出发整合其范围内的所有项目管理活动,进行企业战略项目管理。将分散于企业系统中的项目管理活动集成到战略范畴。

这里需要强调的是,战略的实施过程中,在改变企业日常运作流程和规则的同时,也会产生许多新的项目,项目的作用就是通过创造性的改变来改变和提升企业的竞争力。两者是相辅相成的,战略促使项目产生,项目保证战略实现。

## 26.4 项目管理中的战略管理

在项目中,战略问题是一个内部或外部的压力情景,会对项目的一个或更多的因素造成重大影响。如项目的融资、设计、工程、建造和运营,也即对项目的成功或失败会产生根本影响,或许会导致项目的提前结束或终止,这里需要澄清的一个观念是,项目提前终止或结束并不见得总是坏事,虽然对项目管理者来说是一件颇有挫折感的事情。

项目的战略问题通常是有些模糊,不容易识别和管理的,它是具有挑战性的管理。战略问题可能会在项目生命周期中任何时候产生,重要的是项目团队要及早识别出项目面临的战略问题,并针对它们对项目结果的可能影响采取应对措施。在问题的评估中,一些问题可能由于对项目没有显著的影响而被放在一边,我们可以不对这些问题做出反应,但必须监督它们是否会有进一步影响项目的变化发生。

问题的早期识别非常重要,因为这样可以早一点儿决定如何处理这些问题。识别项目面临的战略问题的一个有用技术是:对项目面对的所有问题进行一次汇总列表,然后让项目团队成员讨论这些问题哪些是一般运营性的,哪些是重要战略性的。在讨论过程中,应鼓励每一个成员参与,在会议中,所有问题被讨论审查,挑出哪些是战略性的,再分配一个团队成员跟踪这个问题,并且使项目团队对这个问题及其对项目未来的影响保持警惕。针对更重要的战略问题,需要任命一个调查分析性的子项目团队,进行调查分析、风险评估、应对措施的组织工作,负责及时向整个团队汇报。

## 26.5 战略制订

企业制订战略的步骤包括:明确企业使命、进行外部环境分析、展开内部环境评估、确定战略目标、形成战略方案,以及选择战略方案,如图 26-1 所示。

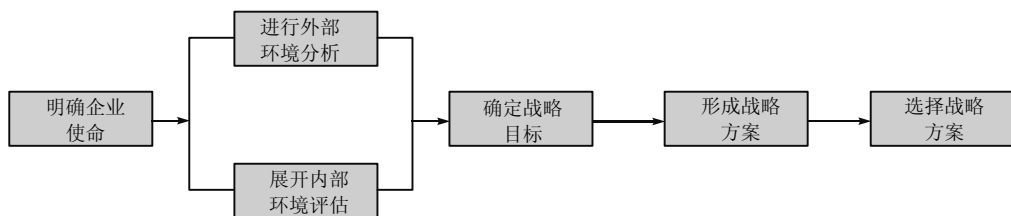


图 26-1 制订战略步骤

### 1. 明确企业使命

每个企业都有其独特存在的目的和理由，而这一独特性就反映在企业使命当中，企业使命是对企业存在理由的宣言，它要回答的是“我们的业务是什么”此类的关键问题。

企业使命是战略管理过程中最显眼、最公开的部分，尽管不同企业的企业使命在长度、内容、形式等各方面都存在着差异，但其一般都围绕以下九个要素来进行。

- 企业的用户是谁。
- 企业的主要产品或服务项目是什么。
- 企业在哪些领域、哪些市场竞争。
- 企业的技术状况。
- 企业是否努力实现业务的增长和良好的财务状况。
- 企业的基本信念、价值观、志向和道德倾向是什么。
- 企业最主要的竞争优势或最独特的能力是什么。
- 企业是否对社会、社区和环境负责。
- 企业是否视员工为最宝贵的稀缺资源。

### 2. 进行外部环境分析

制订战略要考虑企业的外部环境，即将企业的能力（包括资源能力、人才能力、技术能力和生产能力等）与环境相匹配，进行外部环境分析的重点是识别和评价超出企业控制能力的外部趋势与实践，以此来揭示企业所面对的主要机会或威胁，从而使企业用适当的战略来利用机会、回避威胁或减轻其影响。其主要步骤如下。

**（1）了解企业的环境性质。**根据企业环境的不确定性对企业的环境性质进行初步了解，这种分析指明以后的分析应将重点放在什么地方。如果环境是相对简单和静态的，则详细的、系统的、历史的分析是适合的；如果环境是动态的复杂的，则采用面向未来的预测性、趋势性分析比较适合。

**（2）考察环境的影响。**考察环境的目的是找出过去哪些环境要素影响了企业的发展或经营状况，这对考虑企业远景目标的变动和可能的战略变动是有帮助的。

**（3）结构分析。**将重点转向对单个环境要素的详细分析上，找出发生作用的关键因素，并分析其具有战略重要性的原因。

**（4）分析企业的战略地位。**分析企业的战略地位即是分析与其争夺资源或客户的

其他企业相比, 本企业的竞争地位如何。

### 3. 展开内部环境评估

内部优势与逆势加上外部机会与威胁及明确的企业使命, 共同构成建立企业目标与战略的基础。内部环境评估实质上是对企业资源和战略能力的分析, 其基本步骤如下:

(1) **资源评估。**确认企业是否有“维持”战略的资源, 由于可以看到有些资源(包括实物、人力、财务等)存在于企业之外, 所以需要对这些资源进行定性和定量评估。资源评估应包括企业所能够获得的支持战略的所有资源, 而不应只局限于企业所有权之内的资源, 如企业的客户、交易网这些重要资源就是存在于企业之外的。

(2) **价值链分析。**利用这种分析方法可以将资源与使用这些资源的战略目标联系起来, 价值链强调价值活动和各价值活动之间的联系, 而不仅仅考虑资源本身; 它强调企业的战略能力与其使用和控制资源的方式具有很强的相关性。可见, 资源分析不能仅限于企业所拥有的资源, 供应商、分销商和客户形成的价值链之间的联系, 也常常是组织能力的基石, 并且这种联系有助于防止竞争者的模仿。

(3) **比较。**由于战略能力很难用绝对形式来估测, 所以一般用相对形式来进行评估, 包括水平比较(同一段时间内的增长或降低)、行业比较(类似的企业或同行业企业之间的比较)和最佳业绩者比较等。

(4) **均衡。**企业战略能力被破坏常常不是因为某一资源或活动的问题, 而是这些资源之间的匹配比例不合理。由此可见, 应将企业的资源均衡作为一个整体来考虑。资源均衡包括三个重要问题: 企业各种不同活动和资源相互补充的程度、企业内员工在个人技能和个性方面的均衡程度、企业的灵活性是否适应环境的不确定性和企业准备承担的风险水平。

(5) **确认关键资源领域。**内部评估的最后一环是从以上的评估中确认出关键因素, 由此来确定企业的主要优势和逆势, 并对它们的战略重要性做出合理的评估。

### 4. 确定战略目标

根据企业的使命, 以及内外部环境的分析评估, 企业就可以制订自己长期的战略目标。战略目标一般包含以下 8 个方面的内容。

(1) **市场营销目标:**表明本企业希望达到的市场份额或在竞争中占据的市场地位。

(2) **技术改进和发展方面的目标:**对改进和发展新产品及新服务、提高效率等设定目标。

(3) **提高生产力方面的目标:**有效地衡量原材料使用情况的指标, 最大限度地提高产品数量和质量方面的指标。

(4) **财务与实物资源取得和占用方面的目标:**企业应说明它如何取得这些资源, 并占用多少。

(5) **利润方面的目标:**应明确企业给业主的回报率和经营效益的多少。

(6) **人力资源方面的目标:**包括人力资源的获得、培训和发展; 管理人员的培养及

其个人才能的发挥。

(7) 员工积极性方面的目标：对员工的激励和报酬指标。

(8) 社会责任方面的目标：注意企业对社会产生的影响及回报。

## 5. 形成战略方案

新的战略应建立在以往战略的基础上，并与其保持一定的历史延续性，战略制订的本质在于评价企业是否在做正确的事情，以及如何才能更有效地将事情做好。一个战略方案通常由以下几方面内容组成。

(1) 如何对变化的条件（如市场机会、竞争压力、需求变化）做出反应。

(2) 如何配置企业的资本、人力、技术等资源。

(3) 如何在现有的行业开展竞争。

(4) 在企业的每一个经营单位内，在主要的经营部门和职能领域内采取什么行动和方法，可以使整个经营单位形成一致有力的战略力量。

企业的战略目标可以是多样化的，也可以是多层次立体型的。例如，企业的总体战略（公司战略）可以依据不同的条件制订为成长战略、稳定战略、紧缩战略和混合战略。同时，相应地形成公司层战略、业务层战略（经营战略）和职能层战略。需要注意的是，企业各个层次的战略计划应该是相互衔接和协调一致的，防止相互冲突而导致经营的混乱。

## 6. 选择战略方案

从各种替代方案中选择出一个最佳方案不是一件容易的事，因为每个替代方案都有自己的优点和缺点。评估各种战略方案所用的最重要的标准是看哪一种方案能用最少的资源实现既定的战略目标，同时产生的副作用最小。战略方案一般步骤如图 26-2 所示。

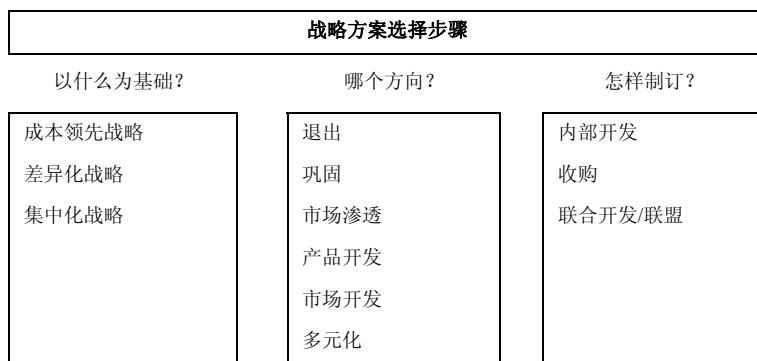


图 26-2 战略方案选择步骤

(1) 企业战略方案可以有成本领先战略、差异化战略、集中化战略三种一般基础。采用成本领先战略的企业目标是发现和挖掘所有的资源优势，力争成为行业内低成本生产者。



差异化战略的逻辑要求是,企业通过产品差异化特点将自己与竞争对手分开,并追求出一般价格水平的溢出价格必须超过因其独特性而增加的成本这一起码目标。

实施集中化战略的企业选择行业中一个细分市场,通过实施其战略(一般有成本集中化和差异化集中两种)挤走其他竞争者。

(2) 战略选择方向通常有以下几种。

- 企业的产品或资产价值会随着时间的变化而变化,在很多情况下,全部或部分退出是明智的行为。
- 在增长型市场、成熟市场、下降的市场所采取的合并巩固战略,是企业经营方式的重大变化,但其产品系列、种类和市场不变。
- 市场渗透作为一个谨慎的战略,可能会给企业带来市场份额的机会。
- 企业一旦认为其现有的产品/市场不能为其提供足够的机会时,就必须实施产品开发战略,在现有的知识、能力和技术的基础上寻找新的替代品。
- 市场开发战略包括进入新细分市场,为产品开发新的用途,或者扩大到新的地区,出口也是市场开发的一种方法。
- 多元化战略意味着企业同时离开现有的产品和市场,去寻找新的发展方向,分为相关多元化和无关多元化两种,相关多元化是在原有行业范围附近的拓展,无关多元化是指企业脱离现在的行业,进入与现有产品、市场无关的领域内。

(3) 企业战略可选的开发方案包括内部开发、收购和联合开发或联盟。内部开发是许多企业制订战略的主要方法,这样做有许多现实原因,尤其是对要求很高的设计技术或者很精确的制造方法的产品,企业会选择自行开发。通过合并或收购进行开发的一个重要原因是为企业提供一个快速进入某一新的产品和市场份额的渠道。

## 26.6 战略执行

企业的战略一旦形成后,战略管理的关键就是战略的执行,企业战略的执行一般包括建立组织、配置资源、制订政策、实施领导,以及创造企业文化等,详细描述如下。

**(1) 建立组织。**战略实施在很大程度上依赖于一个健全的企业内部组织和高素质的管理人员。设计组织结构的原则是围绕固有的战略成功因素和关键的活动来进行,通常情况下要遵循“结构围绕战略”的原则。企业在其发展过程中,通常要经过数量发展、地区开拓、纵向深入、产品多种经营四个阶段,每一个阶段,企业的组织结构也是不一样的,与各种战略相适应的企业组织形式有:职能制组织结构、地区制组织结构、事业部制组织结构、战略经营单位组织结构和矩阵式组织结构。

**(2) 配置资源。**在战略的实施过程中,预算和规划是必不可少的两项工作。资金和人力短缺会使战略经营单位无法完成其战略任务。同样,过多的资金和人力又会造成资源的浪费。战略资源的配置必须考虑到战略的变动,要使预算有一定的弹性。同时,

为了保证战略实施的科学性，各战略经营单位必须制订出科学可行的战略实施计划，制订各项工作具体进度表，从而为企业的战略实施提供可靠的计划保证。

**（3）制订政策。**企业的战略实施会遇到一系列的问题，这些问题的解决需要企业高层管理部门制订一系列相应的政策来解决。这些政策是战略实施的制度保障，要确定各战略单位独立行动的范围和可以采取的行动和方向，减少政策的失误，解决矛盾，在一定程度上建立起整个战略工作的规则性、稳定性和关联性，规定各项工作的要求，把企业的精神、信念落实到各项日常工作中去。

**（4）实施领导。**组织形式只为企业实施战略提供了整体的结构。要使战略真正落实到行动上，还必须发挥领导在实施战略中的关键作用。在实施战略的过程中，企业高层管理者要解决两方面的问题：一方面是任命关键的经理人员；另一方面是领导下属人员正确地执行战略。

**（5）创造企业文化。**每一个企业都有自己独特的企业文化，由于这种文化是一种无形的力量，它影响并规定着企业成员的思维和行为方式，从而对实施企业战略产生重大的影响。因此，创造富有活力的企业文化是实施战略的重要内容之一。

企业在一定时期内所实施的战略与原有企业文化有时是一致的，有时是有冲突的，高层管理人员必须采取不同的对策。

这里需要强调的是，战略的实施过程中，改变企业日常运作流程和规则的同时，也会产生许多新的项目，项目的作用就是通过创造性的改变来改变和提升企业的竞争力。

## 26.7 战略监控和评估

战略监控是企业战略管理过程中的最后一个环节，其基本目的是要保证企业完成规定的战略计划。在监控过程中，一般是将实际执行情况与预期结果进行比较，通过必要的信息反馈正确地评估战略的实施成果，或采取相应的修正措施。战略监控和评估过程一般步骤如图 26-3 所示。

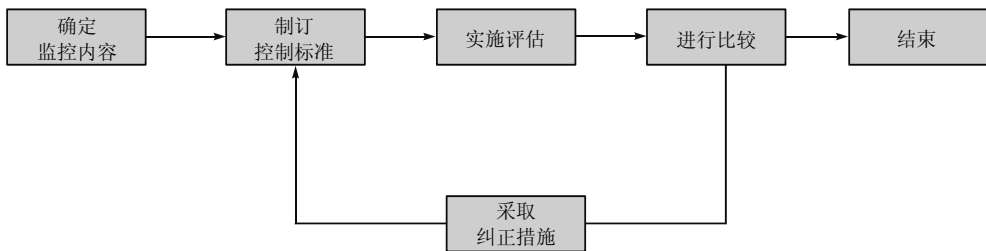


图 26-3 战略监控和评估过程一般步骤

**（1）确定监控内容。**监控的内容应全面、合理、客观和连贯的，一般要覆盖到企

业关键的经营领域。例如,经营效果方面的、生产方面的、市场方面的、人才开发方面的、社会哲理方面的、企业文化方面的等。

(2) **制订控制标准**。控制标准是监控内容的具体化,是企业战略目标的具体表述,由于控制标准为企业的各项工作成果提供了评判的尺度,因此不应当是绝对的,要有一个允许的范围,且是分层次的。如对公司经营业绩的监控标准、对战略经营单位的监控标准、对职能部门经营业绩的衡量标准。

(3) **实施评估**。实施评估是战略监控的重要内容,必须按照预定的标准和时间进行评价,评价的时间可以用战略经营周期、年、季、月来实施。在具体的操作上,除从当前企业的现状出发和严格按照已确定的业绩评价标准来衡量外,还要注意对企业整体业绩和未来发展产生消极作用的问题。例如,企业高层管理人员,不分析战略实施对企业使命和战略的长期影响,只追求短期效益和利润,忽视企业形象宣传、设备维修、产品与技术开发,而丧失了长远的后劲。另一方面,在实行独立的责任中心、分权的战略经营单位的大型企业中,部分分权部门将本部门视为独立存在的实体,强调本部门、本单位的局部利益,忽视企业的整体利益,经营业绩的监控评估必须考虑这些问题。

(4) **进行比较**。如果实际经营业绩在企业预期的范围内,表明实现了预期的战略目标,应当总结成功的经验,必要时上升为企业内部的管理制度或行为规范。如出现偏差,则要进一步分析形成的原因和对策。

(5) **采取纠正措施**。如果战略评估是在企业战略的执行过程中,一旦战略的实施结果出现了偏差,必须针对存在的问题,采取相应的对策和措施。如果战略评价是在战略实施终结时做出的,也必须认真分析导致战略实施出现偏差的原因,提出可行性建议,为新的战略制订和实施提供经验教训和借鉴。

## 26.8 组织战略层次

组织的战略一般可以分为三个层次:目标层、方针层和行为层。

目标层主要介绍和说明组织的战略目标,确定目标的主要依据,以及对战略目标的高层分解等内容。一般包括组织的基本战略目标、基本战略目标的阶段性体现、战略目标体系及其分解、目标的分解原则和方法、目标之间的依赖关系,及对各层次目标的相关解释和说明。

方针层主要说明了在组织目标达成过程中,组织应该坚持的主要原则和方针等,是整个组织战略实施的一个高层级的指导。方针层包括如组织战略的指导性方针、限制性的原则等,它们对战略具体化、细则化后的政策、制度、体制、组织结构设计等方面起指导作用。

行为层是在具体的执行层面,为了落实组织的战略目标和方针所采取的行动,如对组织战略全面性的规划和计划等。具体包括各种主要工程、对策措施、相关程序和流程等。

# 第 27 章 信息系统工程监理

依据《信息系统工程监理暂行规定》，信息系统工程监理是指依法设立且具备相应资质的信息系统工程监理单位，受业主单位委托，依据国家有关法律法规、技术标准和信息系统工程监理合同，对信息系统工程项目实施监督管理。信息系统工程分为三类，即信息应用系统工程、信息资源系统工程、信息网络系统工程。本章将阐述信息系统建设与建设监理的概念、内容、工作程序，以及基本方法等相关知识。

## 27.1 信息系统工程监理基本知识

### 27.1.1 监理工作的内容

(1) 依据国家有关的信息系统工程建设的法律、法规，经建设主管部门批准的项目建设文件、委托监理合同，以及其他工程合同，对信息网络系统的建设实施专业化的监督管理。

(2) 根据项目的建设目标、业务需求和质量标准，对承建方提出的技术方案、项目管理活动，以及系统设计、开发、集成和实施部署等活动进行全方位、全过程的审核、监督和控制，以保证项目在预算范围内按时、按质完成，保护业主的利益，规避或降低项目的风险。

(3) 根据项目相关合同对信息系统工程的质量、进度和投资进行监督，对项目合同和文档资料进行管理，协调有关单位间的工作关系。

### 27.1.2 项目监理范围

按照规定，下列信息系统工程应当实施监理。

- (1) 国家级、省部级、地市级的信息系统工程。
- (2) 使用国家政策性银行或者国有商业银行贷款，规定需要实施监理的信息系统工程。
- (3) 使用国家财政性资金的信息系统工程。
- (4) 涉及国家安全、生产安全的信息系统工程。

(5) 国家法律、法规规定的应当实施监理的其他信息系统工程。

### 27.1.3 监理的分类

根据监理内容和程度不同,信息化项目监理可分为如下三种:咨询式监理、里程碑式监理和全过程监理。

**(1) 咨询式监理。**所谓咨询式监理,是最简单的一种,只对用户方就企业信息化过程中提出的问题进行解答,其性质类似于业务咨询或方案咨询。这种方式费用最少,监理方的责任最轻,适合于对信息化有较好的把握、技术力量较强的用户方采用。

**(2) 里程碑式监理。**所谓里程碑式监理,是将信息系统的建设划分为若干阶段,在每一个阶段结束时都设置一个里程碑,在里程碑到来时通知监理方进行审查或测试。一般来讲,这种方式比咨询式监理的费用要多,当然,监理方也要承担一定的责任。不过,里程碑的确定需要乙方的参与,或者说监理合同的确立需要开发方的参与,否则就会因对里程碑的界定不同而互相扯皮。

**(3) 全过程监理。**全过程监理是一种复杂的监理方式,不但要求对系统建设过程中的里程碑进行审查,还应该派相应人员全程跟踪、收集系统开发过程中的信息,不断评估开发方的开发质量和效果。这种方式费用最高,监理方的责任也最大,适用于那些对信息系统的开发不太了解、技术力量偏弱的用户方采用。

要说明的是,在一个 IT 项目的建设,乙方可能有多个,比如,硬件提供商、软件开发商、系统集成商等,而且每一个也可能涉及多个有关单位,因而监理方既可以由一个专业单位承担综合监理任务,也可以将一个复杂的项目分解为硬件提供、软件设计等若干单项,由多个不同的专业单位分别进行监理。当然,对于 IT 项目这种复杂系数较高的项目,我们建议最好由一个开发方和一个监理方来负责系统建设,这样可以减少责任单位的“接口”数,避免扯皮现象。

信息化建设项目一般的全过程监理方法,就是将信息化项目看作由四个阶段组成的一个全过程的工程项目,即项目前期准备、项目设计与招投标、项目实施和项目试运行验收阶段,由监理根据项目的总需求、总目标确定每个阶段的工作重点,自始至终参与项目的全过程,结合质量、进度、费用的控制进行项目管理。这样针对信息化项目技术发展变化快、需求变更多、人员变更频繁、形成记录少的特点,发挥监理重制度、重记录、重检查的特点,做到专家管理、需求明确、标准统一、独立测试、互为约束、公正守法、稳妥推进,从而对项目实施“一竿子到底”的管理,弥补信息化建设项目中尤其是国内软件项目重开发、轻管理的不足,使项目始终处于有效的控制监督之下。

### 27.1.4 实施全过程监理的一般工作内容

实施全过程监理时,按照下述四个阶段工作描述监理的一般工作内容。

### 1. 项目前期准备阶段的监理工作

主要目的：明确项目总需求、确定总目标和建设原则。

监理协助业主开展需求调研、完成调研报告；根据调研报告，协助编制或评审项目建议书；组织潜在的承包商开展技术交流；协助业主委托有关单位编制“项目可研报告”；参与评审“项目可研报告”；确定总需求、总目标和建设原则。

### 2. 项目设计与招投标阶段的监理工作

主要目的：推荐中标人，优化中标方案，寻求满足需求的方案。

监理协助业主制订招标计划；协助编写或审查招标文件：商务标书（重点专用条款）、技术标书（注意系统需求、功能、性能、兼容性，输入输出、接口，数据的标准、类型及关系，软硬件环境、测试和调试、检验和验收的标准等内容）；对潜在的投标人进行考察并推荐投标人；讨论和审查评标标准；参与评标委的评标工作；审查或优化中标人的方案；协助业主洽谈和签订合同；确定基本满足需求的投标方案。

### 3. 项目实施阶段的监理工作

主要目的：控制项目质量、进度和费用目标，为项目验收打好基础，实现和满足用户需求。

本阶段是监理工作全面铺开的阶段，根据招投标文件、承包合同等文件编制项目监理计划，明确本项目控制的质量、进度和费用的目标；针对项目特点和承包商专业分工实施专业监理（一般可分为，外购硬件和软件，承包商开发的软件）；布线、网络系统集成和项目验收等。其中，开发软件和系统集成是监理控制的重点。

- 外购硬件和软件监理的主要工作：外购硬件（包括主机、PC机、网络和通信设备等）检查；外购软件（包括数据库、操作系统、开发工具、防火墙等）检查；外购材料和配件（包括线缆、信息插座、桥架等）检查。
- 开发软件监理的主要工作：资源配置（包括开发人员、软硬件开发环境等）检查；开发计划（包括系统和子系统的月、周计划）检查和评审；质量计划（包括执行标准、测试、调试计划等）检查和评审。组织需求评审；参加设计评审；检查编程进度；检查模块、子系统测试情况；进行开发环境下的系统集成测试；出具监理软件确认测试报告（开发环境下，黑盒测试）；软件文档的审查。
- 布线、网络监理的主要工作：组织布线、网络和安全系统方案设计审查；检查布线施工和布线测试情况；进行布线系统的监理确认测试；网络硬件设备和配套软件的测试。
- 系统集成测试监理的主要工作：审查项目验收大纲及各子系统测试报告；审查承包商应交付的各类文档；组织计算机系统和网络系统的集成测试；进行网络系统的连通性测试；进行软件系统集成测试（黑盒测试）。

#### 4. 项目试运行、验收阶段的监理工作

主要目的：通过系统试运行，考察系统是否达到合同规定的各项要求，是否满足用户需求。

组织审查系统试运行方案和项目验收大纲；检查系统的试运行工作日志或纪录；审查各专业（布线、网络、软件）的初步验收测试报告；组织计算机网络系统验收测试；组织应用系统的验收测试；组织项目的考核和验收的评审会议工作；协助办理系统和文档的交付；编写并提交项目监理总结报告。

### 27.1.5 监理的依据

监理依据四个方面的标准进行衡量：

- (1) 依据国家信息系统工程质量相关标准；
- (2) 依据信息系统建设工程相关的法规；
- (3) 依据甲乙双方签订的合同；
- (4) 依据信息系统专业门类的相关标准。

## 27.2 监理的基本方法和工作流程

信息系统监理的中心任务是科学地规划和控制工程项目的投资、进度、质量和变更四大目标；监理的基本方法是目标规划、动态控制、组织协调和合同管理；监理工作贯穿规划、设计、实施和验收的全过程。信息工程监理正是通过投资控制、进度控制、质量控制、变更控制以及合同管理、信息管理和安全管理来对工程项目进行监督和管理，保证工程的顺利进行和工程质量。

### 27.2.1 监理工作的流程

信息工程监理按下列程序进行：

- (1) 组建信息工程监理机构，确定监理机构的总监理工程师、监理工程师和其他监理人员；
- (2) 编制监理计划，并与业主单位协商确认；
- (3) 编制工程阶段监理细则；
- (4) 实施监理；
- (5) 参与工程验收并签署监理意见；
- (6) 监理业务完成后，向业主单位提交最终监理档案资料。

## 27.2.2 监理规划

监理规划是指监理工程项目的总监理工程师接受项目监理的委托,根据业主对该项目监理的要求,在详细占有被监理项目有关资料的基础上,结合监理的具体条件,为开展项目监理的工作所编制的指导性文件。

编制监理规划的目的是将监理委托合同规定的责任和任务具体化,并在此基础上制订实现监理任务的措施。

### 1. 监理规划的内容与格式

关于监理规划的内容与格式,可由总监理工程师掌握,下面只提供一些基本内容的范围以供参考。

**(1) 项目概况。**项目概况是指信息系统工程名称、建设地址,项目组成及规模,预计投资总额,预计项目工期,项目质量等级,设计、施工及开发总承包单位名称,项目特点简要描述等。

**(2) 监理范围和目标。**监理工作目标通常以四大控制目标表示(如项目工期目标是××年××月××日至××年××月××日、质量等级和控制投资以××××年预算为基价);监理工作范围及工作内容(包括综合布线阶段、网络系统集成阶段、应用软件开发阶段的材料及设备供应监理,各阶段的质量控制监理,各阶段的进度控制监理、各阶段投资控制监理,合同管理,以及其他委托服务)。

**(3) 主要监理措施。**

**(4) 监理组织机构。**

**(5) 项目监理工作制度。**例如,各阶段、各专业的工作制度(图纸、设计会审制度、施工及开发组织设计审核制度、开工申请制度、质检制度、技术复核制度、单项工程及阶段工程中间验收制度、技术经济签证制度、工程款支付签审制度、工程索赔签审制度、现场紧急情况处理制度等),以及项目监理组织内部制度(如工作会议制度、对外行文审批制度、监理工作日志制度、监理周报和月报制度、技术与经济资料及文档管理制度、监理费用预算制度等)。

### 2. 制订监理规划的依据

关于制订监理规划的依据,可参考建筑工程监理的流程和规范,以及如下几项内容。

(1) 信息工程监理应尽量考虑全过程监理的原则,即全程监理。

(2) 根据我国和国际在综合布线、网络系统集成和软件工程开发等方面的有关标准、规范,制订软件开发和系统集成过程的监理规范。这一部分将在后面详细讨论。这里主要是强调总监理工程师在掌握制订总的监理规划时应特别重视遵照标准和规范。

(3) 根据监理合同、系统设计文件以及自身的监理经验。

### 3. 监理规划示例

一个完整的监理计划主要包含的内容如下。



(1) 项目概况及目标:

- 名称;
- 地点;
- 简况;
- 项目特点;
- 业主;
- 参建单位;
- 项目管理目标。

(2) 监理范围及内容:

- 四个阶段;
- 管理;
- 工程范围;
- 区域;
- 造价。

(3) 编制依据:

- 监理合同;
- 承包合同;
- 设计图纸;
- 国家标准;
- 行业标准;
- 地方标准;
- 国外标准;
- 有关文件及规定。

(4) 项目组织:

- 项目组织结构;
- 业主组织结构;
- 施工组织结构。

(5) 监理组织、职责及制度:

- 组织机构图及人员构成;
- 职责 (总监理工程师、监理师、监理员、信息员);
- 制度 (工作制度、职业道德、会议制度、报告规定、签证规定、用章规定、文件流转等)。

(6) 监理工作程序及流程:

- 总的工作程序;
- 具体工作流程。

(7) 项目控制:

- 目标分解;

- 控制原则；
- 控制依据；
- 控制流程图；
- 控制风险；
- 风险分析；
- 表格制订与发放。

(8) 信息管理：

- 信息资料的编码体系结构；
- 信息目录表；
- 签证流程图；
- 管理制度。

(9) 合同管理：

- 合同结构；
- 执行措施；
- 管理制度；
- 索赔；
- 合同修改。

(10) 竣工验收：

- 主要内容；
- 工作要求。

(11) 监理总结：

- 主要内容；
- 工作要求。

(12) 附录：

- 相关法规；
- 有关标准；
- 监理单位；
- 工作程序；
- 工作流程。

### 27.2.3 监理细则

监理细则也称监理实施细则。它是由总监理工程师组织各专业监理工程师编制与本专业及与职务相关的监理实施细则。

编制监理细则可按以下方式进行。

(1) 按信息工程的阶段编制。如在叙述监理的体系结构时，我们曾将监理过程分

为三个大的阶段，即前期、中期、后期。在中期又有三个专业部分，即综合布线、网络系统集成、应用软件开发，这是整个监理过程的核心部分。同时，在这三个阶段中，实际也牵涉到四个控制、两个管理和一个协调。

(2) **按专业分工进行编制。**如有综合布线工程、网络工程等专业。

(3) **按监理的控制及管理形式分。**如质量控制、进度控制、投资控制、合同管理和信息管理，以此分别编制的监理细则中，存在与按不同专业分工编制的监理细则的交叉。

监理细则主要内容如下。

(1) 质量管理实施细则：

- 适用范围；
- 编制依据（检验标准、施工规范、验评标准、技术文件）；
- 控制程序；
- 监理要点；
- 资料管理；
- 有关附录。

(2) 时间管理监理细则：

- 工程进度计划审查；
- 计划衔接；
- 控制节点；
- 控制措施；
- 月度计划；
- 协调会议；
- 工程交工。

(3) 成本管理监理实施细则：

- 工程款支付；
- 合同外费用增加；
- 合同变更；
- 索赔处理。

## 27.3 监理组织机构及监理工程师

本节所讨论的各类组织形式，具体到监理过程中，到底应采用哪类组织形式，还要根据具体情况而定。以下所说的监理组织系指监理公司内针对所监理的项目，成立的监理组织。一个监理公司可能在同一时期，承担多个监理项目，则有多个监理组织，这一点应与社会上通称的监理组织区别开来。

当监理公司一旦与信息系统项目的业主签订了监理委托合同后，就应立即在公司内

部成立与承包该项目监理相应的具体工作班子，即针对某一具体的信息工程项目成立相对应的监理组织机构。

### 27.3.1 监理组织机构的建立

一个信息工程监理过程的开始，是以监理公司与业主在某一信息工程项目签订委托合同作为输入标志，即开始启动该项目的监理过程。启动项目的监理工作必须由组织形式来保证，不论项目规模和承担监理任务范围的大小，通常应遵循以下步骤。

（1）根据监理委托合同中确定的监理任务，明确列出为此要进行的监理工作内容，即监理过程中各项“活动”的内容。

（2）将应开展的监理工作内容，进行适当的归并或组合。这种归并或组合，主要取决于监理项目的规模、性质、工期长短、工期的复杂性，以及本监理公司人员的数量、技术水平、现有监理任务等。

（3）绘制组织结构图。本着“满足监理工作需求，精干，效能”的原则，合理确定监理班子的组织层次和配备必要的工作机构，并绘制组织结构图。

（4）为各监理工作岗位配备人员。

（5）制订监理人员岗位职责标准、监理工作流程和监理信息流程。

### 27.3.2 项目监理的组织形式

（1）按信息工程建设阶段划分的监理组织形式。这种形式适用于大、中型的信息工程建设项目，并且承担全过程的建设监理，包括设计方案、综合布线、网络系统集成和信息工程应用系统开发。项目监理部内也应设置必要的部门或必要的人员，以负责对整个项目的监理进行规划、组织和协调。这种类型的组织形式如图 27-1 所示。

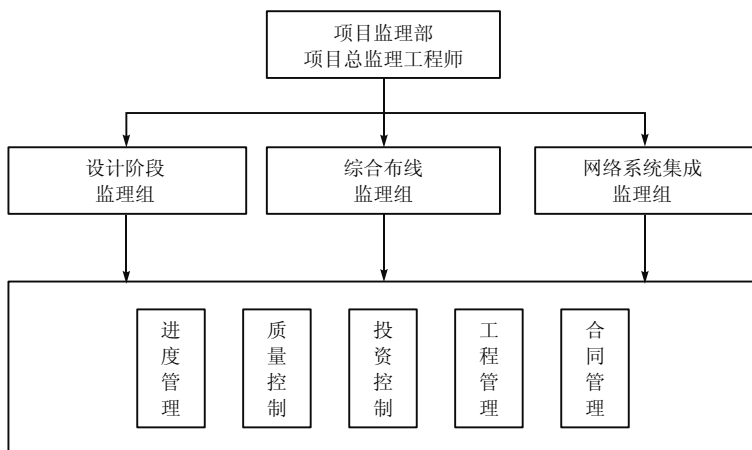


图 27-1 监理组织形式

(2) **按监理职能划分的监理组织形式。**这种形式适用于中、小型或仅对一个阶段(或部分)承担监理职能的项目,如仅有综合布线,或仅有网络集成单个项目。当项目规模较小时,还可将有关的监理职能进行合并。

(3) **按项目组成子项划分的监理组织形式。**按项目的组成子项划分为若干监理组,这种类型的组织形式适用于能划分为若干相对独立的子项进行监理的项目这类工程项目均为大、中型建设项目。根据项目和监理公司的具体情况,合同管理和信息管理可由监理部统一管理,便于各子项集中精力在各子项的投资、质量、进度控制的监理任务上。图 27-1 中所示的两级监理模式的分工如下:

- 监理部主要负责整个项目监理工作的规划、组织和指导,并侧重于整个项目范围内各方面的协调工作;
- 子项(包括现场)监理主要负责各子项(现场)的投资、质量、进度控制的具体实施。

(4) **矩阵式监理组织形式。**这种监理组织形式实际上是将按项目组成子项和按监理职能设立监理组织综合起来,各子项应具有监理的职能。这种监理组织形式适用于大型和特大型工程建设项目,这样做,既有利于强化各子项监理工作的责任制,又有利于总监理工程师对整个项目实施规划、组织和领导,并有利于统一监理工作的要求和监理工作的规范化。

### 27.3.3 监理组织的人员结构及其基本职责

#### 1. 人员结构

一个项目的监理组织必须有合理的人员结构来保证监理工作的进行。所谓合理的人员结构是指以下两方面。

(1) **专业结构合理。**所谓专业结构合理,是指项目监理组应该由与监理项目的性质及业主对项目监理的要求(即指是全过程监理,还是某一阶段的监理;是投资、质量、进度的多目标控制,还是某一目标的控制)相适应的各专业人员组成,也就是指监理任务所需的各专业人员要配套。

(2) **要有合理的技术职称结构。**合理的技术职称结构是指高级职称、中级职称和初级职称人员的比例适应应该项目监理要求,如表 27-1 所示。

表 27-1 监理组织中人员的技术职称结构

监理组织层次		主要职能
项目经理部	总监理工程师	项目监理的规划
	专业监理工程师	项目监理实施的组织与协调
子项(现场)监理组	现场监理工程师	具体组织子项(现场)
	专业监理工程师	监理业务

续表

监理组织层次		主要职能
现场监理员	质量员 计量员 预算员 计划员等	监理实务的执行与作业

## 2. 项目监理组织中各类人员的基本职责

总之，一个项目监理组织中各类人员的基本职责是，依据监理服务合同和施工、开发承包合同进行监理工作，通过计划、组织、控制（监督）、协调、激励等手段，促进承包合同双方履行各自的义务，最终完成工程项目建设。

为了进一步了解各类人员的基本职责，我们对如下几类监理人员分别讨论，即项目总监理工程师（简称总监）、子项（现场）监理工程师、专业监理工程师及现场监理员。

### （1）项目总监理工程师（总监）。

项目总监很重要，他是项目实施监理的“总策划”和“总指挥”。他代表监理公司作为项目的全权负责人，全面负责和领导项目的监理工作。对项目总监的要求也较高，即业务技术水平高、管理经验丰富、良好的职业道德，并已取得监理工程师资格证书和注册证书。其基本职责如下。

- 接受监理公司的委派，对外代表公司协调与业主、承包商及相关政府主管部门和有关单位的关系，对工程建设项目监理合同的实施全面负责。
- 按业主要求和投标监理项目的承诺，选定项目监理部各级监理人员，决定他们的任务和职能分工，并给予相应授权。对项目监理部门内全体人员的工作进行督导，并根据工程实施的进度进行调整。
- 主持编制工程项目《监理规划》和《监理实施细则》，并全面组织实施。
- 审查承包商在施工、开发中提供的需求分析、系统分析、网络设计等重要文档。
- 主持主体设计单位和施工、开发总承包商的选择，审核和确认选择的施工、开发分包单位。
- 建立和完善项目监理信息系统。
- 负责组织项目实施中有关方面的综合协调工作。
- 审核并签发工程开工令、停工令及复工令。
- 审批承包商报送的用款计划，签发工程款支出证书、合同项目及合同外项目付款申请证书。
- 协调业主与承包商之间的争议，协助业主处理重大索赔事项。
- 组织单项工程、分期交工工程的竣工验收，签署相应的质监报告和验收报告。
- 主持审核工程的结算书。
- 主持项目监理组织的工作例会，定期或不定期地向业主提交项目实施情况报告。
- 审核并签发项目竣工有关资料，签发工程移交证书。

- 主持编写项目监理工作总结报告。

以上所列的总监基本职责，并不是全部内容，只是一些基本部分，其他的内容在实际情况中还有很多。

表 27-2 中所列内容为项目总监岗位职责标准。

表 27-2 项目总监理工程师岗位职责标准

项 目	职责内容	考核要求	
		标 准	完成时间
工作指标	项目投资控制 项目进度控制 项目质量控制	符合投资分解规划 符合合同工期及总控制进度计划 符合质量检验标准	每月（季）末 每月（季）末 工程各阶段末
基本职责	1. 根据业主委托与授权，代表企业负责和组织项目的监理工作	协调各方面的关系，组织监理活动的实施	全过程
	2. 根据监理委托合同主持制订项目《监理规划》，并组织实施	对项目监理工作进行系统策划，组建好项目监理班子	合同生效后 1 个月
	3. 审核各子项、各专业监理工程师编制的《监理工作计划》或实施细则	应符合《监理规划》，并具有可操作性	各子项、专业监理开展前 15 天
基本职责	4. 监督、指导各子项、各专业监理工程师对资料、进度、质量进行监控，并按合同进行管理	使监理工作进入正常工作状态，使工作处于受控状态	每月末检查
	5. 做好建设过程中有关各方面的协调工作	使工程处于受控状态	月末检查、协调
	6. 签署监理组对外发出的文件、报表及报告	及时、完整、准确	每月（季）末
	7. 审核签署项目的监理档案资料	完整、准确、真实	竣工后 15 天或根据合同约定

## （2）子项（现场）监理工程师。

这一类监理工程师是在总监理工程师领导下，具体负责各子项现场的监理工作。其基本职责列举如下。

- 组织编制子项（现场）的监理工作计划。
- 参与工程项目施工、开发的招标工作，参与拟定承包合同条件和合同的洽谈。
- 审核承包商提交的施工、开发组织设计及计划。
- 审核承包商需要按照合同提交的网络工程、软件文档，检查工程进度与计划是否吻合。
- 审核单项工程开工申请，检查开工条件，签署起算工期的意见。
- 负责组织现场的质量监督工作。
- 组织重要分项或分部工程及单项工程的检查验收。
- 核签工程设计或方案设计变更及技术核定单。

- 核签有关工程进度、质量、费用的签证。
- 核签工程款支付申请。
- 组织工程质量事故、安全事故的处理。
- 审核软件工程文档审查报告。
- 审核、整理工程竣工资料。
- 协助项目竣工验收。
- 公正处理索赔事宜。
- 参与审核工程结算资料。
- 建立与填写项目监理日志。
- 定期或不定期地向总监及业主提交及反映工程动态的有关报告。
- 完成子项（现场）监理工作总结及有关文档，等等。

表 27-3 中所列内容为子项监理工程师岗位职责标准。

表 27-3 子项监理工程师岗位职责标准

项 目	职责内容	考核要求	
		标 准	完成时间
基本职责	1. 在项目总监理工程师领导下，熟悉项目情况，清楚本专业监理的特点和要求	制订本专业监理工作计划或实施细则	实施前 1 个月
	2. 具体负责组织专业监理工作	监理工作有序，工程处于受控状态	周（或月）检查
	3. 做好与有关部门间的协调工作	保证监理工作及工程顺利进展	周（或月）检查、协调
	4. 处理本专业有关重大问题并及时向总监报告	及时、如实	问题发生后 10 天
	5. 负责本专业有关的签证、对外通知、备忘录，以及及时向总监理工程师的报告、报表资料	及时、如实、准确	
	6. 负责整理本专业有关的竣工验收资料	完整、准确、真实	竣工后 10 天或合同约定

### （3）专业监理工程师。

专业监理是监理工作中比较专项的工作，如质量监督、工程管理（其中包括进度控制），以及工程预算等。他们在总监的统一领导下，协助子项（现场）监理工程师完成本专业的监理工作。

例如，对于质量监理工程师，他们的基本职责如下。

- 结合被监理的工程项目具体情况，制订质量监理的实施细则。
- 审核承包商提交的施工和开发方案及其技术措施。
- 协助承包商完善质量保证体系。
- 组织、指导并检查质检员的工作。
- 审核进场材料的质检报告，以及有关软件的授权证明。



- 参与分项（部）、单项和阶段工程质量检查及验收工作。
  - 办理工程质量有关签证（事先需经子项或现场监理工程师核签）。
  - 参与工程质量事故的处理。
  - 参与工程支付中质检方面的签署意见。
  - 建立和填写质量监理日志。
  - 定期或不定期地向子项（现场）监理工程师或总监提交工程质量动态报表，等等。
- 表 27-4 中所列内容为专业监理工程师岗位职责标准。

表 27-4 专业监理工程师岗位职责标准

项 目	职责内容	考核要求	
		标 准	完成时间
基本职责	各专业监理的职责内容： 或投资控制 或进度控制 或质量控制 或变更控制	符合投资分解规划 符合控制性进度计划 符合质量评定验收标准或按合同约定	月末 月末 工程各阶段月末

#### （4）现场检查员。

现场检查员是监理实务的直接作业者，一般应按专业及主要工种配备。其基本职责如下。

- 负责具体硬件设备验收、具体布线及网络施工的督导。
- 在综合布线中，有时需要旁站监理，跟踪（全过程、全天候）检查。
- 工序间交换检查、验收及签署。
- 负责工程计量及签署原始凭证。
- 负责现场施工安全、防火的检查和监督。
- 坚持填写监理日志，及时、如实填报原始记录，并向监理工程师汇报。
- 及时报告现场发生的质量事故、安全事故和异常情况，等等。

### 27.3.4 监理工程师

信息工程监理工程师应当是经培训考试合格、并取得《信息工程监理工程师资格证书》的专业技术人员。

监理工程师的权利和义务如下：

- 根据监理合同独立执行工程监理业务；
- 保守承建单位的技术秘密和商业秘密；
- 不得同时从事与被监理项目相关的技术和业务活动。

## 27.4 监理中的投资、进度、质量和变更控制

### 27.4.1 投资控制

投资控制的任務，主要是在建設前期進行可行性研究，協助業主正確地進行投資決策；在設計階段對設計方案、設計標準、總概（預）算進行審查；在建設準備階段協助確定標底和合同造價；在實施階段審核設計變更，核實已完成的工程量，進行工程進度款簽證和索賠控制；在工程竣工階段審核工程結算。

#### 1. 投資控制目標

- (1) 項目實際總投資符合項目預算。
- (2) 各階段、各分項實際投資符合項目預算。

#### 2. 投資控制內容

(1) 通過對工程實施中的方案及設計的優化，對工程建設不可預見費的開支使用情況進行技術性審核並提出意見，確保成本控制在預算之內或更省。

(2) 協助業主單位做好項目支付預算的現金流量表，將支付合同款項進度與工程質量進度相結合，促使履行合約。

(3) 審查承包商提交的軟件項目開發概算。若未通過審查，則在承包商調整軟件項目開發概算後重新審查，直到審查通過為止。

#### 3. 投資控制方案

(1) 根據工程項目的質量、成本和進度目標，明確工程各階段的成本控制要求，制訂工程項目監理規劃。

(2) 嚴格執行承建合同中所確定的合同價、單價和约定的工程款支付方法。

(3) 堅持報驗資料不全、與承建合同的約定不符、未經質量簽認或有違約時，不予審核和計量。

(4) 工程量與工作量的計算应符合有关的計算規則。

(5) 處理由於工程變更、合同變更和違約索賠引起的費用增減時，堅持合理、公正的原則。

(6) 對有爭議的工程量計量和工程款，採取協商的方法確定；在協商無效時，由總監理工程師做出決定。

(7) 對工程量及工程款的審核，應在建設工程施工合同所约定的時限內。

#### 4. 投資控制措施

(1) 組織措施。

- 建立健全監理組織，完善職責分工及有關制度，落實成本控制的責任。

- 经济专业监理工程师与质量、进度控制监理人员在组织上,既明确分工又密切配合工作,形成一个整体的监控系统,使成本控制工作在组织上有保证。
- 经济专业监理工程师经常深入工地,了解工程质量与进度情况。
- 分析合同价款的组成,为控制投资提出科学依据。
- 对于涉及经济费用支出的停、窝工签证,用工签证,机械使用签证,材料代用和材料调价等签证,由总监理工程师审核。

#### (2) 技术措施。

- 在招标、投标阶段,通过质量价格比值,协助业主单位确定设备生产厂商。
- 合同谈判及签署阶段,通过质量价格比值,协助业主单位确定承包商和分包商。
- 通过审核施工组织设计、施工方案,以及审核签证阶段性及定期付款申请,严格执行成本控制目标。
- 在施工中对各方提出的施工变更,认真进行经济比较分析,严格控制新费用的增加。

#### (3) 经济措施。

- 及时签署工程各项应付款凭证。
- 公正地处理系统集成单位提出的索赔。
- 及时进行计划费用与实际开支费用的比较分析。
- 监理人员对原设计或施工方案提出的合理化建议被采用后,由此产生的投资节约,可按监理合同规定予以一定的奖励。

#### (4) 合同措施。

- 对于合同中有关资金投入使用条款的约定,督促各方全面履行。
- 及时修正、完善、补充合同,使其处于有效的法律保证之下。
- 如出现违约情况,及时向责任方指出。
- 按合同条款支付工程款,防止过早、过量的现金支付。
- 全面履约,减少对方提出索赔的条件和机会。
- 正确地处理索赔。

## 27.4.2 进度控制

对于进度控制,首先要在建设前期通过周密分析,研究确定合理的工期目标,并在实施前将工期要求纳入承包合同;在建设实施期通过运筹学、网络计划技术等科学手段,审查、修改实施组织设计和进度计划,做好协调与监督,排除干扰,使单项工程及其分阶段目标工期逐步实现,最终保证项目建设总工期的实现。

### 1. 进度控制目标

以业主单位与系统集成单位签订的承建合同为准。

## 2. 进度控制内容

- (1) 审核工程的进度分解计划，确认分解计划可以保证总体计划目标的实现。
- (2) 对项目实施进度进行实时跟踪，并要求各项目承建单位对进度计划进行动态调整，以确保项目的阶段目标和总体进度目标的实现。
- (3) 当工程目标出现偏离时，应向承包商及时指出，并提出对策和建议，同时督促承包商尽快采取措施。
- (4) 审查承包商的软件项目开发计划。若未通过审查，则在承包商调整软件开发计划后重新审查，直到审查通过为止。

## 3. 进度控制方案

- (1) 根据工程项目的质量、成本和进度目标，明确工程各阶段的进度控制要求，制订工程项目监理规划。
- (2) 在工程项目的全过程中，采用动态管理和主动预控的方法进行进度控制。
- (3) 在掌握第一手实际数据的前提下，采用实际值与计划值比较的方法对进度进行检查、评价。
- (4) 运用行政的方法进行控制。
- (5) 发挥经济杠杆的作用，用经济手段对工程进度加以影响和制约。
- (6) 利用管理技术的方法进行控制。

## 4. 进度控制措施

- (1) 组织措施。
  - 在监理机构内，设立进度控制系统。
  - 监理人员适当分工，并设专人收集与统计进度资料，提供决策服务。
  - 实行监理进度控制责任制，把进度控制分派到每一位责任人。
  - 建立一套进度控制的工作制度。
  - 建立三方的联系机制，随时互通情况。
  - 协调好各方的关系，建立一个融洽的内部合作机制。
- (2) 技术措施。
  - 监理多级网络计划和施工作业设计体系；增加同时作业的施工面；采取高效能的施工队伍；采用新工艺技术、新开发方案等措施。
  - 根据系统集成单位的进度计划，编制监理的进度控制计划，绘制进度跟踪表，随时掌握工程动态。
  - 绘制监理的进度控制图，随时与系统集成单位的计划进度和实际进度做比较，找出异同并加以控制。
  - 运用数理统计技术，分析施工进度出现异常时的状态，找出主导原因。
  - 将进度目标分解为阶段性目标，建立进度的阶段控制子目标。
  - 协助各方做好施工总进度的平衡工作。

### (3) 经济措施。

- 确保资金的及时供应。
- 分析中标合同价的组成,了解有关进度方面的技术措施费用。
- 每期的验工计量,做到严肃、认真并与进度保持一致。
- 如有可能,请业主单位考虑进度奖励,加快施工进度。
- 中间结算的工程量,以实际进度为依据。

### (4) 合同措施。

- 监理工程师负责有效的管理合同,在合同执行中采取相应的措施,提高系统集成单位现场人员的合同意识。
- 按合同条款管理工程项目的建设,及时协调有关各方的进度,以确保进度目标的实现。
- 在工程运行过程中,做好各种施工进度记录,并保管与整理各种报告、批示、指令及其他有关进度方面的资料。
- 熟悉合同文件中有关进度的条款。

## 27.4.3 质量控制

质量控制要贯穿于项目建设从可行性研究、设计、建设准备、实施、竣工、启用至用后维护的全过程。其主要包括:组织设计方案评比,进行设计方案磋商及图纸审核,控制设计变更;在施工前通过审查承建单位资质等;在施工中通过多种控制手段检查和监督标准、规范的贯彻;通过阶段验收和竣工验收把好质量关等。

### 1. 质量控制目标

- (1) 从质量角度减少业主单位风险。
- (2) 项目的方案、设计、计划符合国家标准、地方标准或行业标准的要求。
- (3) 设备、材料质量符合标准。
- (4) 设备的购置符合标准。
- (5) 设备安装符合操作规程。
- (6) 设备调试、系统联调等符合标准。

### 2. 质量控制内容

- (1) 工程组织及总体技术方案的质量控制。
  - 根据工程项目的质量、成本和进度目标,明确工程各阶段的质量控制要求,制订工程项目监理规划。
  - 审查并确认各供应商的投标书、合同及实施方案。
  - 在技术上、经济上、性能上和风险上进行分析和评估,为业主方提供建议。
  - 审查和确认供应商的组织实施方案和供应商提交的《项目计划》等相关实施文档。

- 审查和确认供应商的工程质量保证计划及质量控制体系。
- 审查和确认供应商的设备采购及到货计划。
- 审查和确认应用系统供应商的开发软件源代码编码及管理方案。
- 审查和确认供应商的测试计划。
- 审查和确认供应商的工程进度计划。
- 确定项目质量控制的关键节点及关键路径。
- 对整个项目运营维护阶段进行管理咨询。

#### (2) 系统集成质量控制。

- 审核和确认系统总集成方案和安全系统集成方案。
- 对采购的硬件设备及网络环境的综合质量进行检验、测试和验收。
- 制订系统集成验收大纲。
- 对设备安装、系统软件的安装调试进行验收。
- 对系统集成进行总体验收。

#### (3) 人员培训的质量控制。

- 制订培训计划，审定培训大纲。
- 审查供应商实施的培训计划，并征求甲方用户的反馈意见。
- 审查考核工作，评估培训效果。
- 确认培训总结报告。

### 3. 质量控制方案

(1) 监理工程师对现场的工程质量或施工方法进行巡视、抽查、专项检查和定期检查。

(2) 在系统集成过程中，对于已经完成的工程部分，监理工程师督促系统集成单位进行测试。

(3) 由总监理工程师对于具有法律效力的质量和技术方案进行最后签认。

(4) 行使质量否决权。

(5) 组织现场协调会。

(6) 行使质量监督权。

### 4. 组织措施

(1) 建立质量管理体系（ISO 9001），完善职责分工及有关质量监督制度，落实质量控制责任。

(2) 建立与监理工作任务相符合的组织机构，由项目总监理工程师负责，围绕质量这一中心工作展开全面的监理工作。

(3) 各专业由一名专业工程师负责其质量与进度的控制工作；资料工作设立专职人员负责；工程计量安排一人负责。

(4) 在监理组织内部做好分工，建立相应的责任制，明确每个岗位及责任。

### 5. 技术措施

- (1) 在系统设计时期, 协助承包商开展优化设计和完善设计质量保证体系。
- (2) 在设备订货及施工准备阶段, 认真审核设备采购清单, 严格按照程序认真进行到货验收。
- (3) 对于设备的安装调试, 严格按照工程实施方案、招标文件和投标文件等对施工过程进行监督、检查。
- (4) 以预防为主, 加强工地巡视, 互相沟通情况, 掌握施工动向, 把质量的事后检查把关转为事前的预控。
- (5) 在有限的时间、人力、物力条件下, 为能有效地控制工程质量, 合理选择质量控制点是做好预控工作的一种手段, 针对某些操作重点控制实际操作人员的行为。
- (6) 通过现场的巡视与旁站, 检查施工人员的实际操作状况, 判断施工是否处于控制状态, 便于及时采取措施。
- (7) 施工是一个动态过程, 运用动态控制的原理, 从投入转化到产出, 运用反馈原理做好实际值与计划值的比较。

### 6. 经济措施

- (1) 严格质检和验收, 不符合国家规范、招标投标文件及合同规定质量要求的拒付工程款。
- (2) 工程进度的认可和工程进度款的签认, 必须以质量为前提, 达不到合同要求质量等级的分项工程、分部工程, 监理方不与签认, 不支付工程进度款。
- (3) 充分发挥市场经济条件下的经济杠杆作用, 利用经济效益和质量、进度三者之间关系和相互影响, 求得质量的最优点。
- (4) 在质量达不到要求时充分运用索赔手段。

### 7. 合同措施

- (1) 将质量控制与合同管理工作结合起来, 对合同条件中的有关质量条款进行集中整理, 做细密科学的分析, 为质量控制提供合同依据。
- (2) 利用合同的约束力, 调控和调整关系, 保障质量工作。
- (3) 利用合同的全面履行和实际履行的原则, 保障工程质量。

## 27.4.4 变更控制

变更控制在信息系统的实际建设过程中经常发生。在信息系统项目的建设过程中, 很多失败的先例都是由于变化不能得到及时确定和处理, 导致项目后期变更太多、成本和进度压力过大而造成。信息系统工程本身的特点决定了信息系统的变更经常发生, 监理单位的变更控制就是评估变更的风险、性能、架构、技术指标、集成方法、项目进度等方面做出的改变。

由于变更控制是信息系统工程监理工作中的一项重要内容,变更常伴随着建设合同价格的调整及实施进度的调整,是合同双方利益的焦点,因此,合理确定并及时处理好项目变更,既可以减少不必要的纠纷,保证合同的顺利实施,又有利于业主对工程造价的控制。

### 1. 变更的分类

在信息工程建设项目实施过程中,项目变更是指按照建设合同约定的程序对项目的部分或项目的全部功能、性能、架构、技术指标、集成方法、项目进度等方面做出的改变,可以是合同实施过程中由于各种原因引起的设计变更、合同变更,包括投资变更、进度计划变更、实施条件变更,以及原招标文件中未包括的新增需求等。项目变更的范围很广,但由于各种原因的变更最终往往表现为设计变更,且考虑到设计变更在整个项目建设过程中的重要影响,所以将项目变更分为设计变更和其他变更两大类。

### 2. 变更控制的基本原则

- (1) 对变更快速响应。
- (2) 任何变更都要得到第三方的确认。
- (3) 明确界定项目变更的目标。
- (4) 防止变更的范围扩大化;。
- (5) 加强变更风险,以及变更效果的评估。
- (6) 及时公布变更的信息。
- (7) 选择冲击最小的变更方案。
- (8) 建立正式的变更程序。
- (9) 定义变更的步骤。

### 3. 变更控制的内容

- (1) 对需求变更的控制。
- (2) 对进度变更的控制。
- (3) 对成本变更的控制。
- (4) 对合同变更的控制。

### 4. 变更控制的流程

- (1) 监理工程师及时发现并把握变更,分析变更影响。
- (2) 承建单位项目监理工程师提出书面的变更申请或变更建议书。
- (3) 项目监理机构对变更申请进行审核,确定项目变更目标,根据变更信息判断变更的合理性和必要性,对于不符合要求的变更申请,给出对变更意见。
- (4) 监理工程师对项目变化产生的项目预算、进度、资源配置方面的影响进行分析。
- (5) 三方协商讨论,确定变更的最优方案。
- (6) 实施变更后的内容并纳入正常监理工作范围。



图 27-2 所示为变更控制流程图。

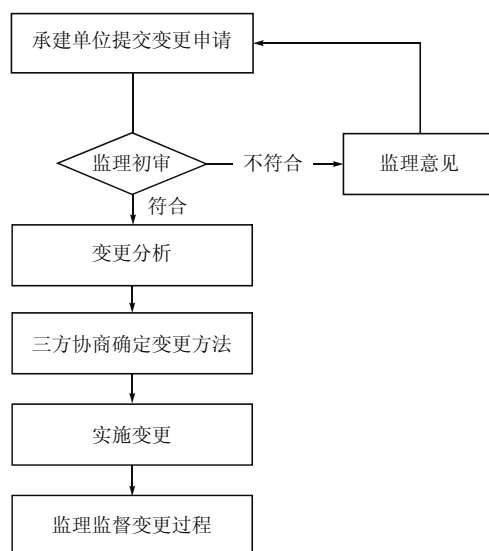


图 27-2 变更控制流程图

## 27.5 监理中的合同管理、信息管理和安全管理

### 27.5.1 合同管理

合同管理是进行投资控制、工期控制和质量控制的手段。因为合同是监理单位站在公正立场采取各种控制、协调与监督措施，履行纠纷调解职责的依据，也是实施三大目标控制的出发点和归宿。

合同管理是项目管理工作中除三大目标控制外的另一项重要的工作，因为业主签订的任何合同，都与项目的投资、进度和质量有关，因此，应充分重视合同管理的重要性。

专业监理工程师熟悉工程建设承建合同的主要内容及条款，并采取预先分析调查的方法，经常跟踪合同执行情况和施工中的问题，及时督促和纠正系统集成单位不符合合同约定的行为，并提前向业主单位和系统集成单位发出预示，防止偏离合同约定事件的发生。

#### 1. 合同管理的主要内容

- 跟踪检查合同的执行情况，确保项目系统集成单位按时履约。
- 对合同约定工期的延误和延期进行审核确认。
- 对合同变更、索赔等事宜进行审核确认。
- 根据合同约定，审核项目承建方的支付申请，签发付款凭证。

- 工程暂停与复工管理。
- 工程变更管理。
- 费用索赔的处理。
- 工程延期与工程延误管理。
- 按有关要求协助做好其他合同管理工作。
- 调解合同争议。
- 违约管理。

## 2. 合同管理的基本原则

合同管理的原则为：事前预控、实时纠偏、充分协商、公正处理。在项目实施全过程中，业主单位、系统集成单位和监理单位都必须坚持全面履行合同的原则，切实维护合同的严肃性、权威性。

## 3. 合同管理的主要途径

- 熟悉合同文件，加强对施工各方面情况的了解。
- 严格根据合同条款实施管理，监理绝不因自己的失职或过失给系统集成单位带来索赔机会和理由。
- 督促各方按合同办事。
- 做好记录，做到以事实和数据为依据处理各项事宜。
- 处理索赔事宜必须科学、公正、公平。

# 27.5.2 信息管理

## 1. 信息管理的主要内容

- 在项目实施过程中做好工程监理日志及工程大事记。
- 做好双方合同、技术方案、测试文档、验收报告、会议记录、电话记录等各类往来文件的存档。
- 做好项目协调会、技术专题会的会议纪要工作，并监督会议有关事项的执行。
- 管理好实施期间各类技术文件。
- 做好项目周报、监理建议书和监理通知等监理文件。
- 保管各承建方提交的技术文件。
- 审查所有软件代码和文档的标题、代号、编号，以及分类规程。
- 通过计算机管理手段对各分项目的技术类文档进行分类管理。

## 2. 信息管理的主要途径

- 经签认的监理信息及时存入计算机。
- 监理单位使信息管理做到目录完整、层次清晰、结构严密、表格自动生成。

### 3. 监理信息管理的基本要求

- 方便项目信息输入、整理与存储。
- 有利于用户提取信息。
- 能及时调整数据、表格与文档。
- 能灵活修改与删除数据。
- 信息种类与数量能满足项目管理的全部需要。
- 能使设计阶段信息、实施阶段信息、验收阶段信息、工程结算信息等具有良好接口。

监理信息管理系统可以连接监理单位各职能部门、监理单位、业主单位和系统集成单位,以使工程各项信息收集渠道保持畅通和信息资源能够共享。

## 27.5.3 安全管理

### 1. 安全管理的主要内容

- 物理访问的安全管理。
- 应用环境的安全管理。
- 逻辑访问的安全管理。
- 架构安全的信息管理系统。
- 数据备份与灾难恢复。

### 2. 安全管理的主要途径

(1) **制订全局的安全管理策略。**管理规范与制度即制订相应的管理制度或采用相应的规范,包括两个层次的工作:第一个层次,为保证各项安全措施的实施并真正发挥作用,针对每个安全层次,分别制订相应的可实施的规章制度,其中包括环境安全管理制度、组织安全管理制度、文档管理制度、系统操作规范、系统维护规范、系统安全运营管理制度、应急响应规范、教育与培训制度等。第二个层次,安全管理还包括对信息安全构架、第三方访问的安全、外包服务的管理。具体管理规则的制订应遵照各行业颁布的相关规范。

(2) **部门与人员的组织规则。**根据安全防范体系中的各种安全技术所需的技术管理工作,设定安全管理的部门与人员,如业务系统管理员、网络系统管理员、安全管理员、系统审计分析员等职位。根据不同的职能,定义不同部门和不同角色的责任和权利,制订相应的管理规范。

(3) **技术管理。**严格的安全管理制度可以在很大程度上防止人为因素对安全体系防范能力的破坏。技术管理主要包括公钥证书管理和 PKI 建设,监控与跟踪审计管理,授权管理,备份与恢复,通信及操作管理,访问控制管理,应用系统开发及维护管理,业务持续管理等。

### 3. 安全管理体系的建设内容

安全管理体系主要涉及安全管理机构、安全管理制度、安全管理技术和安全教育培训等方面。

通过组建完整的信息网络安全管理机构 and 设置安全管理人员，规划安全策略、确定安全管理机制、明确安全管理原则和完善安全管理措施，制订严格的安全管理制度，合理地协调法律、技术和管理三种因素，实现对系统安全管理的科学化、系统化、法制化和规范化，达到保障工程安全的目的。

图 27-3 所示为安全管理体系结构图。

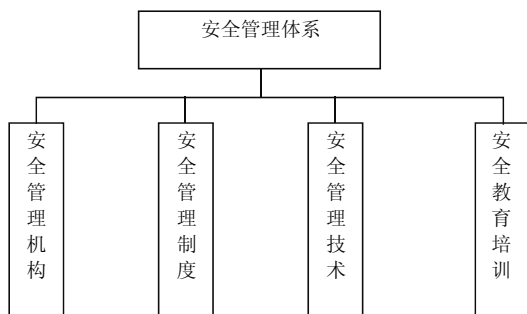


图 27-3 安全管理体系结构图

**(1) 安全管理机构建设。**按照统一领导和分级管理的原则，安全管理必须设立专门的管理机构，配备相应的安全管理人员，并实行“一把手”责任制，明确主管领导，落实部门责任，各尽其职。其主要内容包括：各级管理机构的建立；各级管理机构的职能、权限划分；人员岗位、数量、职责的确定。

各级劳动保障信息系统安全管理机构，将根据国家的有关信息网络安全法规、方针、政策等，承担所属劳动保障部门网络系统的各项安全管理工作，主要职责为：

- 拟定并组织实施计算机信息系统安全管理的各项规章制度；
- 监督、指导计算机信息系统管理人员和用户做好安全保密工作，定期组织检查计算机信息系统安全运行情况，及时排除各种安全隐患；
- 贯彻国家信息安全主管部门的规章制度和要求，组织落实安全技术措施，保障计算机信息系统的运行安全；
- 组织宣传计算机信息系统安全方面的法律、法规和有关政策，开展计算机信息系统的安全培训和教育；
- 负责所属劳动保障部门计算机信息系统的各项日常安全管理工作。

**(2) 安全管理制度建设。**安全管理制度是保证网络系统安全的基础，需要通过一系列规章制度的实施，来确保各类人员按照规定的职责行事，做到各司其职、各负其责，避免责任事故的发生和防止恶意侵犯。

- 安全管理制度主要包括：人员安全管理制度、设备安全管理制度、运行安全管理制度、安全操作管理制度、安全等级保护制度；有害数据及计算机病毒防范管理制度；敏感数据保护制度、安全技术保障制度、安全计划管理制度。
- 安全技术规范主要包括：日常操作管理办法；安全策略配置管理办法；数据备份管理办法；攻击事件预警管理办法；日志管理办法；定期报告办法。

**(3) 安全管理技术。**利用先进的安全管理技术实现对系统安全管理的科学化、系统化、法制化和规范化，通过安全管理技术强制实施安全规章制度。

**(4) 安全教育培训。**根据用户的不同层次制订相应的教育培训计划及培训方案。为了将安全隐患减少到最低，不仅需要对安全管理员进行专业性的安全技术培训，还需要加强对一般办公人员的信息安全教育，普及信息安全基本知识。通过对用户的不断教育和培训，增强全体工作人员的信息安全意识、法制观念和技术防范水平，确保网络系统的安全运行。

#### 4. ISO/IEC 17799 体系介绍

ISO/IEC 17799 是由国际标准化组织（ISO）颁布的一套全面和复杂的信息安全管理标准，旨在帮助各种类型和规模的组织实施并运行有效的信息安全管理体系，从而增强企业识别、防止、减小和控制组织信息安全风险的能力。

ISO/IEC 17799 标准由两部分构成：第一部分是信息安全管理体系的实施指南，相当于 BS 7799-1；第二部分是信息安全管理体系规范，相当于 BS 7799-2。ISO/IEC 17799 标准的内容涉及 10 个领域、36 个管理目标和 127 个控制措施，其中所涉及的 10 个领域如下。

**(1) 信息安全政策：**信息安全政策为信息安全提供管理方向和指南。同时管理层应制订一套清晰的指导原则，并以此明确表明其对信息安全及在单位内部贯彻实施信息安全政策的支持和承诺。

**(2) 安全组织：**应建立适当的信息安全管理部门对信息安全政策进行审批，对安全权责进行分配，并协调单位内部安全的实施。如有必要，在单位内部设立特别信息安全顾问并指定相应人选。同时，要设立外部安全顾问，以便跟踪行业走向，监视安全标准和评估手段，并在发生安全事故时建立恰当的联络渠道。在此方面，应鼓励跨学科的信息安全安排，比如，在经理人、用户、程序管理员、应用软件设计师、审计人员和保安人员之间开展合作和协调。此外，对第三方接触本单位的信息处理设备要进行管制。

**(3) 资产分类与管理：**所有重大的信息资产都要有记录和主管人员。对资产的负责制度将确保对其进行有效的保护。指定的主管人员要有在此方面的主要职责和管理办法。实施管理的任务可委托给他人，但最后的责任要由资产的主管人员承担，以确保信息资产得到分类和适当水平的保护。

**(4) 个人信息安全守则：**个人信息安全的权责应当在对员工聘用阶段就开始实施，还应包括在合同中，并在以后员工的聘用期内时时进行监督。对潜在的待聘员工应加以

仔细充分的筛选，特别是从事敏感工作的员工。所有使用信息处理设备的员工或第三方都要签署保密或不泄密协议和岗位职责中的安全责任，以减少人为风险。

**(5) 设备及使用环境的信息安全管理：**保护信息系统基础设施、设备、媒体免受非法访问以及自然灾害和环境的危害，其目的是保护企业所在地及信息免于未经授权的存取、破坏及入侵。关键或敏感的商业信息处理设备应放置在安全的区域，由安全防御带、适当的安全屏障和准入管制手段加以保护，以防它们物理上被非法进入、毁坏或干扰。提供的保护措施应当和风险相一致。

**(6) 沟通和操作管理：**要建立所有信息处理设备的管理和操作的权责及流程，其中包括开发适当的操作指导和事故反应流程。在适当的情况下，要对权责进行划分，以降低渎职或故意滥用系统的风险。确保信息处理设备的安全操作，降低系统失效的风险。保护软件和信息完整性，维护信息处理和通信的完整性和可用性，建立确保网络信息的安全措施和对整个 IT 基础结构的保护。

**(7) 系统访问控制：**通过对各种访问权限和能力进行有效的限制，确保系统和信息的安全。这包括对信息使用的授权规定、用户管理、用户的职责、网络访问管理、操作系统和应用系统的访问管理、敏感系统的隔离、对用户访问的监控、移动用户访问的监控等。

**(8) 系统开发和维护：**系统的范围包括基础设施、业务系统和自开发的程序。定义支持业务的操作流程对安全而言是至关重要的。信息安全在系统设计之前，就必须加以足够的考虑。信息安全的需求，在有关系统项目的确定需求阶段，就必须作为项目需求的一部分，写入项目需求的文件中。

**(9) 业务持续经营计划：**业务持续经营计划的制订和实施，是防止商业活动的中断和关键商业过程免受重大失误或灾难的影响。业务持续经营计划的定期演练，是业务持续经营计划重要的实施环节。

**(10) 合规性：**信息系统的设计、操作和使用，必须符合法规（刑法、民法、知识产权或版权）。需要注意的是，各国的相关法规不尽相同，当信息从一个国家传输到另一个国家时，尤其要注意这一点；还需顾及个人信息的私密性和符合信息安全政策；定期的系统内审亦是需要的。

## 27.6 监理中的组织协调

协调贯穿在整个信息系统工程从设计到实施再到验收的全过程，主要采用现场和会议方式进行协调。

设计阶段是由多家单位和众多人员共同参与的，为了使这个过程能紧密结合、顺利运作，必须进行有效的组织与协调。其主要工作内容如下。

(1) 协助业主协调与设计单位之间的关系，并处理有关问题，使设计工作顺利进行。

(2) 协助业主与有关政府主管部门和市政部门建立联系, 了解有关设计参数和要求。

(3) 协助业主做好方案设计与设计审批准备工作, 处理和解决方案设计与设计审批过程中遇到的有关问题。

(4) 协助业主处理设计阶段各种纠纷事宜。

(5) 协助业主协调设计与招投标、施工之间的关系。

(6) 协助业主处理有关政府部门对设计文件审批事宜。

此外, 当在项目建设合同履行过程中发生争议时, 无论是承建单位还是业主, 都应以书面的形式向监理单位提出争议事宜。

## 27.7 信息网络系统工程的监理

信息网络工程是信息系统的基础, 在各个行业的信息化工程中, 信息网络系统的功能都为上层的应用系统提供基础的支撑平台。在企业信息化工程建设过程当中, 它可以与信息应用系统一起作为一个完整的信息工程进行建设, 也可单独的作为信息工程进行施工。

### 27.7.1 建设内容

信息网络的建设包括网络基础平台的建设、网络服务平台的建设、网络安全平台的建设、网络管理平台的建设, 以及环境平台的建设。其中, 网络基础平台包括网络传输、路由、交换、接入系统、服务器及操作系统、存储和备份系统。网络服务平台包括 DNS、WWW、电子邮件等 Internet 网络系统, 以及 VoIP、VOD、视频会议等多媒体业务系统。网络安全平台包括防火墙、入侵检测和漏洞扫描、网络防病毒、安全审计、数字证书等。网络管理平台包括网络管理系统、监测和控制网络运行的系统平台。环境平台包括机房建设和综合布线系统。

### 27.7.2 监理重点

#### 1. 网络综合布线部分

(1) 对网络综合布线系统材料进行验收, 了解布线系统合同执行情况, 对工程进度进行审核。

(2) 对网络综合布线系统进行测试。根据测试结果, 判定网络布线系统的施工是否合格。若合格, 则继续履行合同; 若不合格, 则督促施工单位根据测试情况进行修正, 直至测试达标。

(3) 向业主提供翔实的网络综合布线测试报告。

- (4) 根据合同进行网络综合布线系统验收, 包括布线文档。
- (5) 布线部分项目验收后, 督促业主按照合同付款或签发验收凭证。

## 2. 网络系统集成部分

(1) **进行网络设备及系统软件验收。**验收内容包括: 网络设备装箱单与实际装箱是否相符、保修单、各设备硬件配置情况、网络设备加电试机、系统软件版权的合法性等。

(2) **审核施工进度。**根据实际施工情况, 协助系统集成商解决可能出现的问题, 确保工程如期进行。

(3) **网络系统集成性能测试。**测试内容包括: 丢包率、错包率、网络线速、统计碰撞、帧故障等各项技术指标, 以便在施工阶段监理。

(4) **提交网络性能测试报告。**对可能存在的问题, 与系统集成商共同解决。

(5) **网络应用测试。**测试内容包括: 网络应用软件配置是否合理; 各种网络服务、网络安全性及可靠性是否符合合同要求等。

(6) **督促系统集成商预防测试过程中可能出现的各种问题。**

(7) **整个网络系统集成的验收。**主要任务是协助业主组织验收工作, 包括验收委员会的成立、各验收参数的确定等。具体验收工作有: 合同履行情况、网络系统是否达到预期效果、各种技术文档是否齐备等。

(8) **整个项目验收结束后, 督促业主按照合同付款。**

## 27.8 信息应用系统工程的监理

信息应用系统是指以信息技术为主要手段建立的各类业务管理的应用系统。

信息应用系统是指为各类业务管理服务的应用系统, 从广义来讲包括用于各类业务管理的应用软件, 及软件所依赖的计算机系统和网络系统。由于计算机网络系统和应用系统作为信息系统的并列组成部分, 所以, 从狭义来讲, 信息应用系统指的是应用软件及其所依赖的计算机硬件平台, 而不包括网络系统。

信息系统工程监理是指依法设立且具备相应资质的信息系统工程监理单位(以下简称监理单位), 受业主单位委托, 依据国家有关法律法规、技术标准和信息系统工程监理合同, 对信息系统工程项目实施的监督管理。监理的主要内容是对信息系统工程的质量、进度和投资进行监督, 对项目合同和文档资料进行管理, 协调有关单位间的工作关系。

在信息应用系统定义的基础上, 我们可以得出信息应用系统工程监理的主要内容, 就是对应用软件及其依赖的计算机硬件平台质量、进度和投资进行监督, 对项目合同和文档资料进行管理, 协调有关单位间的工作关系。



参照软件工程的思想, 应用软件的开发过程包括计划、需求分析、设计、编码、测试和运行维护 6 个阶段, 应用软件监理就是对在建信息应用系统的整个软件生命周期进行的全过程监理, 并给用户提供咨询, 协助用户建立系统运行制度等, 帮助用户建设一个高质量的、具有可持续生命力的软件系统。同时, 监理要对应用软件所依赖的计算机硬件平台方案的设计和实施过程进行监督审核, 重点进行质量控制、投资控制和进度控制, 确保硬件平台的科学性和实用性, 保证硬件平台及时安装调试, 不影响整个应用系统建设的实施质量和进度。

监理工作的重点如下所示。

(1) 按照国家法律法规、政策, 以及相关技术标准, 监控软件开发单位、软件实施单位和系统承建单位的行为, 促成开发的进度、质量按计划或合同实现。

(2) 促进用户与软件开发单位、软件实施单位和系统承建单位的有效沟通, 使软件开发单位、软件实施单位, 以及系统承建单位能够全面、准确地了解用户的需求, 同时用户也能及时了解项目的进展情况。

(3) 促使软件开发单位、实施单位和承建单位为项目运行的全过程建立一套可行的计划或规程, 并利用与之相应的审核、监理机制和手段对其执行过程进行有效控制。

(4) 促使系统的关键技术指标在项目实施过程中处于受控状态, 及早预测和发现可能影响实施计划的各种因素, 及时纠正可能影响系统功能与性能的缺陷。

## 27.9 监理文件

### 1. 文件管理制度

- (1) 建立由统一编码的文书档案库, 包括了书面版和电子版。
- (2) 各监理组、项目各阶段也应建立相应的资料库。
- (3) 监理文件登记、流转、处理的流程。

### 2. 文件的分类

- (1) 从监理的角度进行分类。

- 监理总控文件;
- 集成合同及附件;
- 监理合同;
- 监理规划;
- 监理细则;
- 监理实施文件;
- 监理月报;
- 监理会议纪要;

- 监理专题报告；
- 监理通知单；
- 竣工总结；
- 项目变更文件；
- 进度监理文件；
- 质量监理文件；
- 监理回复意见；
- 总体监理意见；
- 系统集成监理意见；
- 培训监理意见；
- 监理内部文件；
- 内部决议；
- 内部控制文档；
- 监理日志；
- 其他。

(2) 从工程建设阶段的角度进行分类。

① 招投标阶段。

- 招标书；
- 投标书；
- 中标通知书；
- 承建合同及附件；
- 其他。

② 系统分析阶段。

- 需求规格说明书；
- 设计说明书。

③ 系统实施阶段。

- 质量作业记录；
- 设备到货验收记录；
- 设备安装记录。

④ 系统验收阶段。

- 系统运行记录；
- 系统测试计划；
- 系统测试报告；
- 验收计划；
- 验收报告；
- 工程竣工总结报告。

### 3. 文件标识号命名规范

信息系统工程项产生文件必须使用唯一的标识号,文档标识号命名规范由 5 个字段组成,当然,文档的管理者可以根据项目的实际需要进行裁减。

文件标识号字段从左到右依次为:公司、行业、项目、类型/阶段和编号,每个字段之间用“-”连接,如图 27-4 所示。

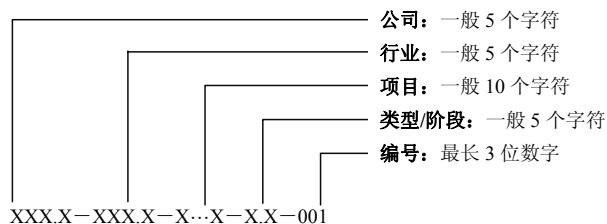


图 27-4 文档标志号命名规范

(1) 公司字段: 该字段由公司缩写字母组成。

(2) 行业字段: 该字段由行业类别的英语单词缩写或者易于理解的汉语拼音首字母组成。如电信和金融两个行业指向, 分别以字母缩写“TEL”和“FIN”代表。

(3) 项目字段: 该字段由项目名称的英语单词缩写或者易于理解的汉语拼音首字母组成, 允许最长 10 个字符。

(4) 类型/阶段字段: 该字段强调该文档所处的项目阶段。

对于项目技术类文档, 可以分别指定以下的类型字母缩写。

立项阶段: PD。

准备阶段: RD。

需求分析阶段: RA (Requirement Analysis)。

设计阶段: DS (Design)。

编码和单元测试阶段: CD (Coding)。

测试执行阶段: TS (Test)。

验收阶段: CA (Check and Accept)。

维护阶段: MT (Maintenance)。

(5) 编号字段: 该字段强调该类型文档在项目阶段中的顺序号, 允许最长 3 位数字。

### 4. 文档要素

文档要素由文档要素表和修改历史表组成, 它记录在文档的首部, 如表 27-5 和表 27-6 所示。

(1) 状态: 状态信息旨在标明文档当前状态, 以避免不必要的误用。根据以下状态说明确定当前文档的状态, 并使用边框标注。

- 草稿: 正在修改文档, 且尚未提交评审或审批时的状态。

- 评审：已提交评审或审批，尚未通过并得到发布的状态。
- 初始版：通过评审或审批初次作为配置项或其他形式发布的状态。
- 修订版：修改初始版或者前一修订版，并通过评审或审批再次发布的状态。

表 27-5 文档要素表

状态：	草稿	标志号	
	初始版	当前版本	1.2
	修订版	发布日期	2011/08/08

表 27-6 修改历史表

日 期	版 本	作 者	修改内容	变更控制号
2011/11/23	1.0			

(2) **标识号**：作为进行管理的文档必须标明配置标识号，由文档管理部门管理分配。

(3) **发布日期**：文档发布时的确切日期，由文档管理部门或文档管理人员确认提供。

## 5. 文档修改历史

文档修改历史记录文档初始版本和每一次修订版本的情况，明细如下。

(1) **日期**：文档初始版本和每一个修订版本的发布日期。

(2) **版本和作者**：文档初始版本和每一个修订版本的版本号及其相应的作者或修改者。

(3) **修改内容**：较之前一版本所做的修改内容，如内容较多，可以分条目描述。文档初始版本的修改内容可标注为“初始版”。

(4) **变更控制号**：文档某版本由于变更请求而针对前一版本进行相应修改而建立，此处标识这个变更请求，否则可以为空。

## 27.10 主要监理法规

### 27.10.1 信息工程监理暂行规定

#### 第一章 总则

第一条 为推进国民经济和社会信息化建设，确保信息工程的安全和质量，规

范信息工程监理行为，依据国家有关规定，制订本规定。

第二条 在中华人民共和国境内从事信息工程监理活动，必须遵守本规定。

第三条 本规定所称信息工程是指信息化工程建设中的信息网络系统、信息资源系统、信息应用系统的新建、升级、改造工程。

(一) 信息网络系统是指以信息技术为主要手段建立的信息处理、传输、交换和分发的计算机网络系统；

(二) 信息资源系统是指以信息技术为主要手段建立的信息资源采集、存储、处理的资源系统；

(三) 信息应用系统是指以信息技术为主要手段建立的各类业务管理的应用系统。

第四条 本规定所称信息工程监理是指依法设立且具备相应资质的信息工程监理单位（以下简称监理单位），受业主单位委托，依据国家有关法律法规、技术标准和信息工程监理合同，对信息工程项目实施的监督管理。

第五条 本规定所称监理单位是指具有独立企业法人资格，并具备规定数量的监理工程师和注册资金、必要的软硬件设备、完善的管理制度和质量保证体系、固定的工作场所和相关的监理工作业绩，取得信息产业部颁发的《信息工程监理资质证书》，从事信息工程监理业务的单位。

监理单位资质分为甲、乙、丙三级。

## 第二章 主管部门及其职责

第六条 信息产业部负责全国信息工程监理的管理工作，其主要职责是：

- (一) 制订、发布信息工程监理法规，并监督实施；
- (二) 审批及管理甲级、乙级信息工程监理单位资质；
- (三) 负责信息工程监理工程师的资格管理；
- (四) 监督并指导全国信息工程监理工作。

第七条 省、自治区、直辖市信息产业主管部门负责本行政区域内信息工程监理的管理工作，其主要职责是：

- (一) 执行国家信息工程监理法规和行政规章；
- (二) 审批及管理本行政区域内丙级信息工程监理单位资质，初审本行政区域内甲级、乙级信息工程监理单位；
- (三) 负责本行政区域内信息工程监理工程师的管理工作；
- (四) 监督本行政区域内的信息工程监理工作。

## 第三章 监理范围和监理内容

第八条 下列信息工程应当实施监理：

- (一) 国家级、省部级、地市级的信息工程；
- (二) 使用国家政策性银行或者国有商业银行贷款，规定需要实施监理的信息工程；

- （三）使用国家财政性资金的信息系统工程；
- （四）涉及国家安全、生产安全的信息系统工程；
- （五）国家法律、法规规定应当实施监理的其他信息系统工程。

第九条 监理的主要内容是对信息系统工程的质量、进度和投资进行监督，对项目合同和文档资料进行管理，协调有关单位间的工作关系。

#### 第四章 监理活动

第十条 从事信息工程监理活动，应当遵循守法、公平、公正、独立的原则。

第十一条 信息工程监理业务可以由业主单位直接委托监理单位承担，也可以采用招标方式选择监理单位。

第十二条 监理单位承担信息工程监理业务，应当与业主单位签订监理合同，合同内容包括：

- （一）监理业务内容；
- （二）双方的权利和义务；
- （三）监理费用的计取和支付方式；
- （四）违约责任及争议的解决办法；
- （五）双方约定的其他事项。

第十三条 监理费用计取标准应当结合信息工程监理的特点，由双方协商确定。

第十四条 信息工程实行总监理工程师负责制。总监理工程师行使合同赋予监理单位的权限，全面负责受委托的监理工作。

第十五条 信息工程监理按下列程序进行：

（一）组建信息工程监理机构。监理机构由总监理工程师、监理工程师和其他监理人员组成；

- （二）编制监理计划，并与业主单位协商确认；
- （三）编制工程阶段监理细则；
- （四）实施监理；
- （五）参与工程验收并签署监理意见；
- （六）监理业务完成后，向业主单位提交最终监理档案资料。

第十六条 实施监理前，业主单位应将所委托的监理单位、监理机构、监理内容书面通知承建单位。

承建单位应当提供必要的资料，为监理工作的开展提供方便。

第十七条 监理活动中产生的争议，应当依据监理合同相关条款协商解决，或者依法进行仲裁，或者依法提起诉讼。

#### 第五章 监理单位和监理工程师

第十八条 监理单位的权利和义务：

- (一) 应按照“守法、公平、公正、独立”的原则,开展信息工程监理工作,维护业主单位与承建单位的合法权益;
- (二) 按照监理合同取得监理收入;
- (三) 不得承包信息系统工程;
- (四) 不得与被监理项目的承建单位存在隶属关系和利益关系,不得作为其投资者或合伙经营者;
- (五) 不得以任何形式侵害业主单位和承建单位的知识产权;
- (六) 在监理过程中因违反国家法律、法规,造成重大质量、安全事故的,应承担相应的经济责任和法律责任。

第十九条 信息工程监理工程师应当是经培训考试合格、并取得《信息工程监理工程师资格证书》的专业技术人员。

第二十条 监理工程师的权利和义务:

- (一) 根据监理合同独立执行工程监理义务;
- (二) 保守承建单位的技术秘密和商业秘密;
- (三) 不得同时从事与被监理项目相关的技术和业务。

## 第六章 附则

第二十一条 信息工程监理单位资质管理办法和信息工程监理工程师资格管理办法另行制订。

第二十二条 本规定自 2002 年 12 月 15 日起实施。

## 27.10.2 信息工程监理工程师资格管理办法

### 第一章 总则

第一条 为了实施信息工程监理工程师资格的管理,依据《信息工程监理暂行规定》,制订本办法。

第二条 本办法所称信息工程监理工程师(以下简称监理工程师)是指经信息产业部批准、取得《信息工程监理工程师资格证书》并经登记备案、从事信息工程监理的专业技术人员。

第三条 监理工程师资格管理工作,由信息产业部计算机系统集成资质认证工作办公室(以下简称部资质管理办公室)具体组织实施。

### 第二章 资格取得

第四条 申请监理工程师资格应当具备以下基本条件:

- (一) 具有大学本科学历,二年以上从事信息系统工程设计、实施、监理工作经历;或者具有大专学历,四年以上从事信息系统工程设计、实施、监理工作经历;
- (二) 经过培训,取得培训结业证书;

（三）经过监理工程师资格考试合格。

第五条 培训。申请监理工程师资格须经过信息产业部指定的培训机构培训，并取得培训结业证书。参加培训时，需提供下列申请资料：

- （一）学历证明；
- （二）工作经历和业绩证明。

第六条 考试。取得监理工程师培训结业证书者可申请参加信息产业部统一组织的监理工程师资格考试。

第七条 审批。考试合格后，填写《信息系统工程监理工程师资格申请表》（表式附后），经部资质管理办公室审核，由信息产业部批准，颁发《信息系统工程监理工程师资格证书》。《信息系统工程监理工程师资格证书》由信息产业部统一印制。

### 第三章 资格管理

第八条 监理工程师资格实行登记制度。信息产业部负责登记管理，省市信息产业主管部门负责本行政区域内登记。

第九条 取得《信息系统工程监理工程师资格证书》者，须在一年内向所在地方登记机构登记。经登记后方可从事信息系统工程监理业务。登记手续由聘用单位统一办理。

第十条 申请登记者，应当具备下列条件：

- （一）取得《信息系统工程监理工程师资格证书》；
- （二）遵纪守法，遵守监理工程师职业道德；
- （三）身体健康，能胜任监理工程师工作；
- （四）所在单位同意。

第十一条 批准登记后，由登记机构在《信息系统工程监理工程师资格证书》中的登记栏内加盖登记专用印章，并报信息产业部备案。

第十二条 监理工程师变更工作单位应及时办理变更登记手续。

第十三条 监理工程师登记有效期为三年，有效期届满，应当向原登记机构重新办理登记手续。超过有效期 60 天不登记，原登记失效。重新登记时，除符合第十条规定条件外，还须有参加继续教育的证明。

第十四条 监理工程师出现下列情况之一，原聘用单位应当在 60 天内向登记机构办理注销登记手续：

- （一）死亡或被宣告失踪；
- （二）受刑事处罚；
- （三）受取消监理工程师资格处分；
- （四）被聘用单位解聘；
- （五）因其他原因已不适合做监理工作。

注销登记后，由登记机构向信息产业部备案。

第十五条 监理工程师有下列行为，视情节轻重分别给予通报批评、撤销登记、吊



销《信息工程监理工程师资格证书》的处分：

- (一) 未经登记，从事信息工程监理业务；
- (二) 以不正当手段取得资格证书；
- (三) 以个人名义承揽监理业务；
- (四) 因个人过错造成严重经济损失。

#### 第四章 附则

第十六条 本办法由信息产业部负责解释。

第十七条 本办法自 2003 年 4 月 1 日起实施。

### 27.10.3 信息工程监理单位资质管理办法

#### 第一章 总则

第一条 为了实施信息工程监理单位资质的管理，依据《信息工程监理暂行规定》，制订本办法。

第二条 本办法适用于《信息工程监理暂行规定》第五条所指的信息工程监理单位（以下简称监理单位）。

第三条 监理单位资质管理工作，由信息产业部计算机系统集成资质认证工作办公室具体组织实施。

#### 第二章 资质等级条件

第四条 监理单位资质各相应等级基本条件如下：

##### (一) 甲级

- (1) 监理工程师不少于 31 名；
- (2) 注册资金不少于 500 万元；
- (3) 财务状况良好；
- (4) 有固定的工作场所和必要的软硬件设备；
- (5) 有完善的单位管理制度，有通过认证的质量管理体系，并能有效实施；
- (6) 有良好的监理信誉；
- (7) 申请时前三年完成过 12 个以上信息工程监理项目的监理（其中至少有 1 个 5000 万元以上或者 6 个 1000 万元以上项目）。

##### (二) 乙级

- (1) 监理工程师不少于 15 名；
- (2) 注册资金不少于 310 万元；
- (3) 财务状况良好；
- (4) 有固定的工作场所和必要的软硬件设备；
- (5) 有完善的单位管理制度，有完备的质量管理体系，并能有效实施；

(6) 有良好的监理信誉；

(7) 申请时前三年完成过 9 个以上信息系统工程项目的监理（其中至少有 2 个 1000 万元以上或者 5 个 400 万元以上项目）。

### （三）丙级

(1) 监理工程师不少于 6 名；

(2) 注册资金不少于 100 万元；

(3) 财务状况良好；

(4) 有固定的工作场所和必要的软硬件设备；

(5) 有完善的单位管理制度，有较完备的质量管理体系，并能有效实施；

(6) 有良好的监理信誉；

(7) 申请时前三年完成过 6 个以上信息系统工程项目的监理（其中至少有 2 个 310 万元以上或者 4 个 150 万元以上项目）。

## 第三章 资质申请、评审和审批

第五条 资质评定按照评审和审批分离的原则进行。申请单位应先经信息产业主管部门授权的评审机构评审，再按程序提出申请，由信息产业主管部门按规定权限审批。

第六条 信息产业部授权的评审机构可以受理申请甲级、乙级、丙级资质的评审。省、自治区、直辖市（以下简称省市）信息产业主管部门授权的评审机构可以受理所在行政区域内申请丙级资质的评审。没有设置评审机构的可以委托信息产业部授权的或其他省市授权的评审机构评审。

第七条 申请评审时，申请单位应提交下列申请资料：

(一) 《信息系统工程监理单位资质申请表》（表式附后）；

(二) 单位营业执照副本；

(三) 本单位监理工程师资格证书；

(四) 需要出具的其他有关证明、资料。

第八条 评审机构按下列程序进行评审：

(一) 对申请单位提交的申请资料进行审查；

(二) 对申请单位进行现场审查；

(三) 出具评审报告，签署评审意见。

第九条 经评审合格后，申请单位向信息产业主管部门提出资质申请。其中：甲级、乙级资质申请，由所在省市信息产业主管部门初审，报信息产业部审批。丙级资质申请，由所在省市信息产业主管部门审批，报信息产业部备案。

第十条 申请资质时，申请单位应提交下列资料：

(一) 申请资料；

(二) 评审机构出具的评审报告。

第十一条 获得监理资质的单位，由信息产业部统一颁发《信息系统工程监理资质

证书》。《信息工程监理资质证书》由信息产业部统一印制。

#### 第四章 资质管理

第十二条 各等级监理单位监理相应投资规模的信息系统工程。

甲级：不受投资规模限制。

乙级：投资规模 1500 万元以下。

丙级：投资规模 500 万元以下。

第十三条 《信息工程监理资质证书》有效期为四年，届满四年更换新证。超过有效期 31 天不更换的，视为自动放弃资质，原资质证书予以注销。

第十四条 信息工程监理资质实行年检制度。甲级、乙级资质由信息产业部负责年检；丙级资质由省市信息产业主管部门负责年检，并将结果报信息产业部备案。

第十五条 年检内容包括：监理单位的法人代表、人员状况、经营业绩、财务状况、管理制度等。

第十六条 年检不合格的监理单位，按照年检要求限期整改，逾期达不到要求的，视情节轻重给予降低资质等级直至取消资质的处分。

第十七条 丙级和乙级监理单位在获得资质两年后可向评审机构提出升级申请，资质升级按照本办法第三章规定进行。

第十八条 监理单位变更法人代表或技术负责人以及因分立、合并、歇业、破产或其他原因终止业务的，应当在其发生上述各种情况取得具有法律性的文件后 31 日内向信息产业部报告并办理有关手续。

第十九条 监理单位不得伪造、转让、出卖《信息工程监理资质证书》；不得转让或越级承接监理业务。对违反本条规定的，视情节轻重分别给予责令改正、停业整顿、降低资质等级、取消资质的处分。

#### 第五章 附 则

第二十条 本办法由信息产业部负责解释。

第二十一条 本办法自 2003 年 4 月 1 日起实施。

## 第 28 章 项目集管理

### 28.1 项目集管理概念

项目集管理标准描述组织战略如何建立项目集和项目组合管理的基础。它为项目集管理提供有用信息，即在大多数情况下大部分项目集普遍公认的良好实践。所谓“普遍公认”是指这些知识和实践在大多数时候适用于大多数项目集，其价值和有效性也已获得一致认可。所谓“良好实践”是指一致认为这些行为、技能、工具和技术的应用能提高大部分项目集的成功机会。良好实践并不意味着这些标准和知识必须一成不变地运用于所有项目集；组织的领导者、项目集经理和项目集管理团队有责任针对具体项目集确定采用适合的方法。

#### 28.1.1 项目集与项目集管理

项目集：经过协调管理以获取单独管理所无法取得的收益的一组相关联的项目、子项目集和项目集活动。

项目集内的所有项目通过共同的目标相关联，该目标对发起组织来说具有战略重要性。如果项目有分开的目标，并且不具备协同收益交付的特征，只通过资金、技术或干系人相关联，则这些工作最好通过项目组合而非项目集来管理。

项目集由各种组件组成，在项目集内，这些组件大多数是单个项目。项目集也包括与组件项目相关的其他工作，如培训、运营和维护活动。项目集也可能包括项目集中单个项目范围之外的其他工作内容，如管理项目集本身。

项目集是执行公司战略并实现商业或组织目标和目的手段。项目集收益有可能在整个项目集执行过程中渐进实现，也可能在项目集结束时一次性全部实现。

项目集管理就是在项目集中应用知识、技能、工具与技术来满足项目集的要求，获得分别管理各项目所无法实现的利益和控制。它包括对多个组件进行组合调整，以便于以优化或整合的成本、进度和工作来实现项目集目标。

项目集内的组件通过共同成果或一系统集合收益的交付相关联。在项目集中，项目集经理需要通过五个互相关联及互相依赖的项目集管理绩效域的工作来整合与控制

组件之间的相互依赖关系。这五个绩效域包括项目集战略一致性、项目集收益管理、项目集干系人争取、项目集治理和项目集生命周期管理。通过这些项目集管理绩效域，项目集经理监控和分析组件之间的相互依赖关系，以协助确定将这些组件作为项目集管理的最佳方法。

与这些相互依赖关系相关的行动包括：

- (1) 领导与协调共同的项目集活动，如跨所有项目集组件、工作或阶段的财务与采购。解决影响项目集内多个组件的资源限制或冲突问题；
- (2) 以一种可以体现项目集内所有活动的方式传递并报告给干系人；
- (3) 积极响应项目集内跨多个组件的风险；
- (4) 将项目集工作与影响和作用于单独的组件、组件群或项目集目的和目标的组织/战略方向保持一致；
- (5) 在共享的治理结构内解决范围、成本、进度、质量和风险影响；
- (6) 裁剪项目集管理活动、过程和接口，来有效地处理项目集内的文件、社会经济、政治和环境差异；

通过结构化的监督与治理，项目集管理确保在项目集内跨组件的合适的计划、控制、交付、移交及收益维持，以获取项目集的预期战略收益。项目集管理为管理相关工作的关键因素提供了框架，这些关键因素包括战略收益、协调的规划、复杂的依赖关系、可交付成果的整合及优化的步调。

### 28.1.2 项目组合管理、项目集管理、项目管理及组织级项目管理的关系

在项目集过程中，项目启动后，项目集经理对项目经理进行监督，同时提供方向和指导。项目集经理通常并不直接管理单个项目，而是对项目之间的工作进行协调。极其重要的项目集管理职责包括规划项目集，识别与规划收益的实现和维持，以及识别与控制项目之间的相互依赖关系，处理组成项目集的项目中升级的问题，以及跟踪每个项目和非项目工作对巩固项目集收益的贡献。

项目集管理过程整合的本质包括针对每个项目或项目集的过程进行协调。这种整合类型的例子包括对需要在项目集层面解决的问题和风险的管理，因为它们涉及多个项目或跨越项目边界，从而在单个项目管理层面中无法得到解决。

项目集及其组件的交互往往是迭代和循环的。项目集早期，项目集指导和指引各项目集组件保持一致，并实现期望的目标和收益。项目集也影响项目集中各项目的管理方法。这需要通过项目集经理的决策能力、项目集干系人争取及项目集治理一起实现。项目集后期，单个组件通过项目集治理过程向项目集报告项目状态、风险、变更、成本、问题及影响项目集的其他信息。

项目集内的所有项目通过共同的目标相关联,该目标对发起组织来说具有战略重要性。如果项目有分开的目标,并且不具备协同收益交付的特征,只通过资金、技术或干系人相关联,则这些工作最好通过项目组合而非项目集来管理。

项目组合、项目集和项目管理之间的区别在于:项目组合管理确保项目集和项目的选择、排序和人员配备与组织战略保持一致。项目集则关注实现与项目组合相一致的收益,同时也符合组织目标。项目集由多个关注实现规划结果的项目和非项目工作组成。

如下表 28-1 所示。

表 28-1 项目/项目组合/项目集之间的关系

	项 目	项目集	项目组合
范围	项目有明确的目标、其范围在整个项目生命周期中渐进明细	项目集的范围更大,并能提供更显著的收益	项目组合的范围随组织战略目标的变化而变化
变更	项目经理预期变更,并执行一定的过程来确保变更处于管理和控制中	项目集经理必须预期来自项目集内外的变更,并为管理变更做好准备	项目组合经理在广泛的内外环境中持续监督变更
规划	PM 在整个项目生命周期中,逐步将宏观信息细化成详细的计划	项目集经理制订项目集整体计划,并制订项目宏观计划来指导下一层次的详细规划	项目组合经理针对整个项目组合,建立与维护必要的过程和沟通
管理	项目经理管理项目团队来实现项目目标	项目集经理管理项目集人员和项目经理,建立愿景并统领全局	项目组合经理管理或协调项目组合管理人员,以及可能向项目组合汇报的项目集或项目人员
成功	以产品与项目质量、进度和预算达成度以及客户满意度来测量成功	以项目集满足预定需求和收益的程度来测量成功	以项目组合的综合投资绩效和收益实现来测量成功
监督	项目经理对创造预定产品、服务或成果的工作进行监控	项目集经理监督项目集所有组成部分的进展,确保实现项目集的整体目标、进度、预算和收益	项目组合经理监督战略变更和资源总体分配、绩效结果及项目组合风险

### 28.1.3 项目集管理、运营管理及组织级战略的关系

组织内的项目集管理处于按照组织的战略进行规划与执行的主要背景中。

在它们的生命周期过程中,项目产生可交付成果,组织可以利用项目集交付的收益和能力来维持、增强及实现组织目标。

组织战略和目标与项目组合、项目集、项目之间的关系,如图 28-1 所示。

规范化的项目集生命周期,体现出项目集管理的非顺序性本质。组件的工作产生一系列的可交付成果,这些可交付成果在项目实施过程中及完成后又促进了新运营与收益的产生。

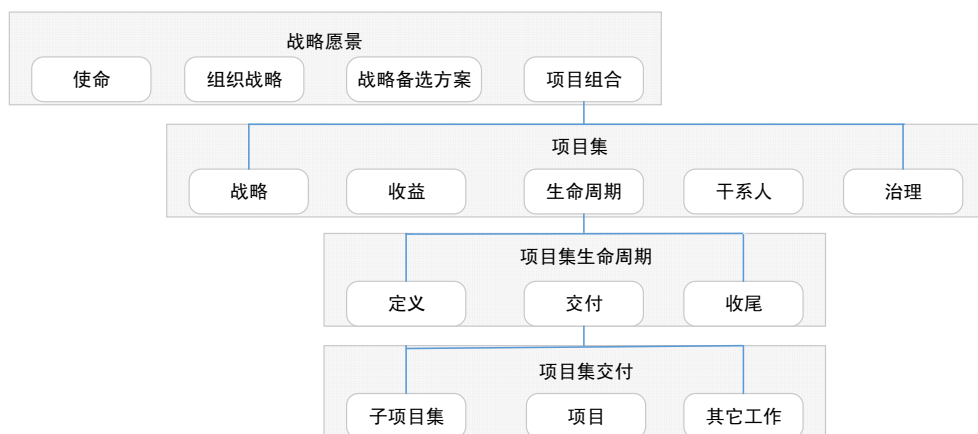


图 28-1 项目组合、项目集和组件的关系

典型的项目集生命周期，如图 28-2 所示。

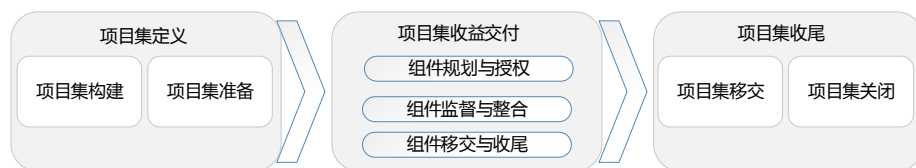


图 28-2 典型的项目集生命周期

在项目集内建立的项目集管理办公室是项目集基础设施的重要组成要素。项目集管理办公室支持项目集经理对多个项目进行管理。不同的组织有多种类型的项目集管理办公室，一般而言，项目集管理办公室通过如下方式为项目集经理提供支持：

- (1) 定义项目集管理所需遵循的过程与程序；
- (2) 在项目集层面为进度与预算管理提供支持；
- (3) 为项目集和项目集组件定义质量标准；
- (4) 为跨项目集的有效资源管理提供支持；
- (5) 提供文档与配置管理（知识管理）；
- (6) 为管理变更及跟踪风险与问题提供集中支持。

#### 28.1.4 项目集经理技能与能力

项目集经理应具有对项目集目标、组织文化及过程的大局观。项目集经理在项目集实施过程中应能系统和有效地解决问题，如项目集组件之间的资源优化、评估总持有成本，以及跨组件的需求监督和配置管理。

为了能够与各种干系人有效互动，项目集经理应具有突出的沟通技能。

项目集经理必须识别干系人，了解他们的需求和期望，制定干系人争取计划以支持

干系人，使他们的期望保持一致，提高他们对项目集目标的整体接受度。项目集经理必须认识到每个项目集干系人动态人性的各个方面，并且相应地进行管理。

项目集经理领导项目集管理团队建立项目集方向，识别相互依赖关系，沟通项目集需求，跟踪进展，制定决策，识别和减轻风险并解决冲突和问题。项目集经理与组件（项目）经理，通常也包括职能经理，一起工作，以获得他们的支持，解决冲突，并通过提供具体工作指令来指导项目集团队成员个人。领导力根植于项目集经理的工作中，并且贯穿整个项目集过程的始终。

项目集经理使用战略上的愿景和规划能力来使项目集目标和收益与组织长远目标保持一致。一旦定义了项目集目标和收益，就需制定结构性的计划去执行单个组件。当项目经理领导组件工作时，使单个计划与项目集目标和收益保持一致是项目集经理的责任。

## 28.2 项目集战略一致性

项目集管理和项目管理之间的关键区别是项目集的战略聚焦。项目集设计既要与组织战略保持一致，又要确保组织收益实现。

### 28.2.1 项目集与组织战略的一致性

组织战略是战略规划周期的成果，在此背景下，愿景和使命转换成符合组织价值观的战略计划。组织通过制定战略来解释如何实现愿景。战略计划被划分成组织的一系列初始方案，这些初始方案部分受市场动荡、客户和合作伙伴需求、股东、政府规章及竞争对手计划与行动的影响。这些初始方案可能被编组在既定周期内将实施的项目组合中。为进一步与组织战略保持一致，项目集通过组织初始方案的选择及授权过程被正式授权。连接项目组合管理与组织战略的目标是建立平衡的、可操作的计划，该计划帮助组织实现其目标，以及平衡组织在执行项目集、项目及其他运营活动过程中资源的使用以实现价值最大化。

战略规划和组合管理过程，一方面为组织识别和度量收益，另一方面提供项目集期望结果和成果的释义。组织启动项目集，目的是交付收益和实现影响整个组织的一致结果。项目集开始时，组织时常选择开展初始项目集的可行性研究，以澄清和阐明项目集的目标、需求和风险，确保项目集与组织的愿景、使命、组织战略和目标保持一致。。

### 28.2.2 项目集路线图

项目集路线图应当按照时间顺序以图示化的格式展现项目集预期方向，同时又是每个时间顺序事件一系列文档化的成功标准。项目集路线图也应当建立起项目集活动与



预期收益之间的关系。它描绘主要里程碑之间的关键依赖，传递业务战略与规划的和优先的工作之间的连接，揭示并解释差距，为关键里程碑和决策点提供高层面的视角。项目集路线图同时也总结关键结束点的目标、关键挑战和风险，以及提供支持基础设施和组件计划的高层面快照

项目集路线图的要素和项目进度计划有相似之处，项目集路线图适于为规划和制定更加详细的时间表而勾勒出主要的项目集事件。

项目集路线图是管理项目集执行情况和评估项目集实现其预期收益的进展情况的有价值的工具。为了更好地有效治理项目集，项目集路线图可以用来展示项目集的主要阶段或模块如何组成；然而，项目集路线图并不包括具体组件内部的详细细节。例如，针对大型建筑项目集，项目集路线图可用来展示不同建筑阶段的交付情况；针对系统开发和产品项目集，项目集路线图可以用来描述组织能力如何通过渐进的版本或系列的模型得以最终交付。

### 28.2.3 环境评估

项目集内部和外部的影响因素对项目集的最终成功存在显著影响。项目集经理要识别这些影响，并在开发和管理项目集的执行中重视这些影响，以确保持续地与干系人需求和组织目标保持一致，以及确保项目集的整体成功。

## 28.3 项目集治理

### 28.3.1 项目集治理委员会

项目集治理涵盖由发起组织对其项目集和战略进行定义、授权、监督和支持的体系与方法。项目集治理是指发起组织用于确保项目集（在可行的范围内）被有效和持续管理而执行的实践和流程。项目集治理通过在授权范围内负责对项目集的建议做出签署或批准的评审与决策机构的行动来实现。该机构通常被称为项目集治理委员会。

项目集治理也指项目团队用以监督和管理正在执行的组件项目和子项目集从而支持项目集的体系与方法。

项目集治理委员会负责定义并执行恰当的治理体系与方法。项目集治理委员会通常由决策层干系人组成，他们因具有战略洞察力、技术知识、职能责任、经营责任和管理组织的项目组合责任，和/有能力代表重要干系人群体而被选择。通常，项目集治理委员会包括来自负责支持项目集重要内容的职能团体的高层领导，如负责支持组件项目和项目集的组织高管和领导。在组织内建立单一的项目集治理委员会，负责监督项目集所有关键内容，被认为是开展有效和敏捷的治理监督最有效的方法。

### 28.3.2 项目集治理委员会职责

项目集治理委员会职责，如表 28-2 所示。

表 28-2 项目集治理委员会职责

项目集治理委员会职责	说 明
项目集治理与组织的愿景和目标	项目集委员会的职责是确保任何项目集在其授权范围内定义项目集的愿景和目标，从而有效地支持组织的愿景和目标
项目集的批准、签署和启动	项目集委员会批准项目集章程；批准项目集商业论证
项目集筹资	项目集治理委员会的重要角色是确保得到支持已批准项目集计划的必要资金
建立项目集治理计划	项目集治理计划的目的是描述为执行治理过程而确定的目标、结构、角色、职责、政策、程序和后勤。在整个项目集过程中，该计划都得以参考，从而确保项目集符合已建立的治理期望和协议
沟通与签署项目集成功标准	项目集治理委员会为成功的项目集建立最低可接受标准，以及用于度量、沟通和签署这些标准的方法
批准项目集方法与计划	略
项目集绩效支持	项目集治理委员会通过组织资源的分配使得项目集的追求及项目集的绩效优化成为可能
项目集报告与控制过程	略
项目集质量标准与规划	略
监督项目集进展与变更需求	略
阶段关口与其他决策点评审	项目集治理委员会按计划在关键决策点评审项目集
批准组件启动或移交	略
项目集收尾	项目集治理委员会确认保证项目集收尾的条件已经满足，并且项目集收尾的建议与当前的组织愿景和战略保持一致

### 28.3.3 项目集组件治理

项目集目标的实现，以及最重要的收益的交付是通过授权和启动项目集各组件项目及子项目集实现的，因此在这一意义上，项目集本身具有一定的治理功能，及制定各子项目集和组件项目的启动策略，项目集经理和项目团队通常负责成为组件治理的治理功能。在这种治理角色中，项目集经理负责定义所使用的用以监督和管理项目集组件项目和子项目集的体系和方法，即根据不同组件项目的特点，授予组件项目的自治程度等方面的内容。因此项目集经理需要建立一套组件项目和子项目的治理框架，并根据各组件项目的特点对各组件项目经理进行授权。诸多因素会影响项目集经理对组件项目经理的授权，如项目集经理的经验、项目集及其各组件的规模和复杂程度，以及在更大的组织环境中对各组件进行管理需要协调的复杂程度、组件项目经理的经验等都会影响到这样的决策过程。

## 28.3.4 支持项目集治理的其他活动

### 1. 项目集管理办公室

执行多个项目集的组织及那些规模庞大、十分繁杂或性质复杂的项目集，通常通过创建作为正式的项目集管理“卓越中心”的项目集管理办公室，来追求在其项目集管理方面达到较高水平的一致性和专业性。在较小的组织，对于项目集管理办公室的功能，可能并没有授权专门的“办公室”负责“卓越中心”的建立。相反，维持恰当“卓越水平”的责任会授权给有项目集管理实践杰出知识的经理个人，或者直接授权给项目集经理个人来负责监管组织的项目集。项目集管理办公室在本组织的背景内，通过提供受过项目集管理严格培训的员工，从而在应用项目集管理可接受实践方面提供适合本组织“卓越中心”的专业知识和支持。在组织内，项目集管理办公室可能负有向某一项目组合内不同的项目集提供集中的、一致的项目集管理专业知识的任务。另外，执行规模特别巨大、十分繁杂或复杂的项目集的组织，可能建立多个项目集管理办公室，其中每个项目集管理办公室可能仅专门负责实施一个或多个关键的组织项目集。

### 2. 项目集管理信息系统

有效的项目集管理要求在项目集管理、项目管理、项目组合管理与组织的项目集治理功能之间存在高效和有效的信息交换。这要求组织的干系人可以访问对项目集重要的当前信息。尤其当组织执行众多项目集，或者项目集非常繁杂或复杂的时候，管理这些信息是非常艰难的任务。通过建立项目集管理信息系统，在项目组合中与项目集和项目管理相关的信息能够被收集、访问、报告和分析，组织的项目集治理功能便能够支持其组织的项目集管理能力。

### 3. 项目集管理知识管理

项目集管理支持活动也包括项目集内处理知识管理所需要的工作和资源。在项目集中，项目集知识管理尽管被应用，但是并没有被经常提及。知识管理包括三项主要内容：跨项目集的知识收集与分享；掌握项目集具体知识内容的个人和主题专家；存储收集的项目集知识和项目集构件的项目集管理信息系统。在项目集过程中，应用的项目集知识管理将包括及时地识别、存储和传递给各种项目集组件、团队成员和干系人的关键知识，以支持他们做出可靠和及时决策的相关活动。

### 4. 项目集管理审计支持

基于企业的具体性质，项目集治理功能通常承担确保项目集在其管辖范围内保持为要求或期望的审计做好准备的组织责任。作为组织评估、项目集与批准或授权业务遵守情况评估或项目集管理过程遵守情况评估的一部分，这些审计可能由组织内部或外部的代理机构执行。项目集审计经常将重点集中在项目集财务、管理过程与实践、项目集质量及项目集文档上。

为支持组织的审计准备,项目集治理功能可能需要承担为支持项目集的有效审计而创建或使用组织基础设施(如信息储备库)的职责。项目集治理委员会可能负责制定项目集团队使用的组织或特定项目集的审计计划。这些计划经常关注组织的政策细节,包括审计期望与准备、标准审计过程、已知的内部或外部预期审计时间安排、执行审计的项目集人员角色与职责,以及对审计成果的评审和沟通政策。

有时,审计被视为给项目集成员带来一定额外负担的耗时工作。然而,应该注意到,审计通常是保证项目集质量的宝贵措施,它可以帮助项目集经理和项目集团队避免后期的纠正工作。因此,治理功能提供的审计支持可以为项目集的最终成功做出显著贡献。

## 5. 项目集管理教育与培训

组织的项目集治理功能可以通过提供在项目集角色与职责、技能、能力和胜任力方面的组织教育和培训来进一步支持项目集管理。由项目集治理职能部门与项目集管理层或项目集管理办公室合作发起的特定的教育与培训,使得在本组织环境内可以将培训的重点放在项目集管理的特定实践和需要上,也可以使得组织确保那些负责重要项目集有效开展的人员为履行角色做好充分准备。

# 28.4 项目集生命周期管理

## 28.4.1 项目集定义阶段

与项目一样,项目集首先被定义,然后交付收益并最终关闭。项目集通常采用三个主要阶段来实施:项目集定义阶段、项目集收益交付阶段和项目集收尾阶段。

项目集定义阶段的主要目的是详尽阐述商业论证或战略计划目标及期望的项目集成果。这一过程最初体现为商业论证与项目集计划的更新,随后记录到项目集路线图。

项目集定义阶段的成果是项目集管理计划的批准。通常,项目集定义阶段分成两个既有区分又有重叠的子阶段:项目集构建和项目集准备。项目集经理在项目集构建阶段得到甄选和任命。

## 28.4.2 项目集收益交付阶段

在这个迭代阶段,项目集组件被不断规划、整合和管理,以促进项目集期望收益的交付。项目集团队为组件的成功完成提供监管与支持。组件工作与活动在项目集范畴下统一集成,以便于项目集收益的管理和交付。本阶段工作包括项目集与组件。组件管理计划在组件层面(组件层面工作)制定,在项目集层面(整合工作)整合,以维持与项目集的方向相一致(项目集层面工作)从而交付项目集收益。项目集促进与组件之间的交互以达成目标、管理变更,并缓解风险和问题,从而获得成功。

项目集具有显著的不确定性因素。尽管项目集管理计划和路线图记录了项目集的预期方向与收益，但项目集包含的完整组件在项目集定义阶段并不明确。为适应这种不确定性，项目集经理需要在整个项目集收益交付阶段持续地监管组件，并且在必要时重新规划恰当的组件整合，或者通过适应性变更来改变项目集方向。项目集经理也负责以协商一致的方式管理全部组件，以获得采用单独的方式来管理而无法获得的成果。每个项目集组件将通过如下面向组件层面的子阶段进行迭代：

- 组件规划与授权；
- 组件监管与整合；
- 组件移交与收尾。

当计划的项目集收益已实现、交付并接受，或者做出终止项目集决策时，本阶段结束。

### 28.4.3 项目集收尾阶段

项目集收尾阶段的目的是执行受控的项目集收尾。本阶段由两个子阶段组成：项目集移交与项目集关闭。

#### 1. 项目集移交

在项目集移交之前，应咨询项目集治理委员会以决定项目集处于下列哪种情况：项目集已经实现所有的期望收益，并且在组件内已执行所有移交工作；会有其他项目集或维持活动来监督该项目集产生的持续收益。对于第二种情况，可能包括移交资源、责任、知识与经验教训到另一实体组织的工作。在项目集收尾前，项目集经理需要协调移交活动并获得批准来正式关闭项目集。

#### 2. 项目集关闭

一旦发起组织批准项目集收尾，则需开展大量活动来正式关闭项目集。

# 第 29 章 信息系统测试管理

## 29.1 测试模型

软件测试和软件开发一样，都遵循软件工程原理、遵循管理学原理。测试专家通过实践总结出了很多很好的测试模型。这些模型将测试活动进行了抽象，明确了测试与开发之间的关系，是测试管理的重要参考依据。

### 29.1.1 V 模型

在软件测试方面，V 模型是最广为人知的模型。V 模型已存在了很长时间，和瀑布开发模型有着一些共同的特性，由此也和瀑布模型一样受到了批评和质疑。V 模型中的过程从左到右，描述了基本的开发过程和测试行为。V 模型的价值在于它非常明确地标明了测试过程中存在的不同级别，并且清楚地描述了这些测试阶段和开发过程期间各阶段的对应关系。它的局限性是，把测试作为编码之后的最后一个活动，需求分析等前期产生的错误直到后期的验收测试时才能发现。

V 模型的左边下降的是开发过程各阶段，与此相对应的是右边上升的部分，即各测试过程的各个阶段。

V 模型的优点在于它非常明确地标明了测试过程中存在的不同级别，并且清楚地描述了这些测试阶段和开发各阶段的对应关系。

(1) 单元测试的主要目的是针对编码过程中可能存在的各种错误，例如用户输入验证过程中的边界值的错误。

(2) 集成测试主要目的是针对详细设计中可能存在的问题，尤其是检查各单元与其他程序部分之间的接口上可能存在的错误。

(3) 系统测试主要针对概要设计，检查系统作为一个整体是否有效地得到运行，例如在产品设置中是否能达到预期的高性能。

(4) 验收测试通常由业务专家或用户进行，以确认产品能真正符合用户业务上的需要。

需求分析对应验收测试。在做需求分析、产品功能设计的同时，测试人员就开始阅读、审查需求分析的结果，从而了解产品的设计特性、用户的真正需求，确定测试目标，

可以准备用例并制定验收测试计划。

当系统设计人员在做概要设计时,测试人员可以了解系统是如何实现的,基于什么样的平台,这样可以设计系统测试方案和系统测试计划,并事先准备系统的测试环境,包括硬件和第三方软件的采购。

当设计人员在做详细设计时,测试人员可以参与设计,对设计进行评审,找出设计的缺陷,同时设计功能、新特性等各方面的测试用例。

在编程的同时,进行单元测试是一种很有效的办法,可以尽快找出程序中的错误,充分的单元测试可以大幅度提高程序质量,降低成本。

如果单元测试计划和编码不是同一个人完成的话可以并行进行,以合理使用人员,加快工期,这避免了瀑布模型串行的安排,也反映了 V 模型测试提前的理念。

### 29.1.2 W 模型

W 模型由 Evolutif 公司提出,相对于 V 模型, W 模型更科学。W 模型是 V 模型进一步发展而来的,强调的是测试伴随着整个软件开发周期,而且测试的对象不仅仅有程序,还有需求、功能和设计等。测试与开发是同步进行的,从而有利于尽早地发现问题。

W 模型也有局限性。W 模型和 V 模型都把软件的开发视为需求、设计、编码等一系列串行的活动,无法支持迭代、自发性,以及变更调整。

### 29.1.3 H 模型

在 H 模型中,软件测试过程活动完全独立,贯穿于整个产品的周期,与其他流程并发进行。当某个测试点准备就绪时,就可以从测试准备阶段进行到测试执行阶段。软件测试可以尽早进行,并且可以根据被测物的不同而分层次进行。

在整个生产周期中,当某个层次进行一次测试“微循环”时,其他流程可以是任意的开发流程,例如设计流程或者编码流程。也就是说,只要测试条件成熟了,测试准备活动完成了,测试执行活动就可以进行了。

H 模型揭示了一个原理:软件测试是一个独立的流程,贯穿于产品的整个生命周期,与其他流程并发进行。H 模型指出软件测试要尽早准备和执行。不同的测试活动可以是按照某个次序先后进行的,但也可能是反复的,只要某个测试准备就绪,测试执行活动就可以开展。

### 29.1.4 X 模型

X 模型提出针对单独的程序片段进行相互分离的编码和测试,此后通过频繁的交流、集成最终合成为可执行的程序。

X 模型的基本思想是由 Marick 提出的。Robin F. Goldsmith 引用了一些 Marick 的

想法，经过重新组织形成了 X 模型。X 模型选择这样的名字并不是为了和 V 模型相对应，而是由于下面的一些原因：X 通常代表未知，而 Marick 也认为他的观点并不足以支撑一个模型的完整描述，但其中已经有了一个模型所需要的一些主要内容了，其中也包括了像探索性测试这样的亮点。

Marick 对 V 模型的最主要批评是：V 模型无法引导项目的全部过程。他认为一个模型必须能处理开发的所有方面，包括交接、频繁且重复的集成，以及需求文档的缺乏等。

Marick 认为一个模型不应该规定那些和当前所公认的实践不一致的行为。X 模型的左边描述的是针对单独程序片段所进行的相互分离的编码和测试，此后将进行频繁的交接，通过集成最终合成为可执行的程序。这些可执行程序还需要进行测试。已通过集成测试的成品可以进行封版并提交给用户，也可以作为更大规模和范围内集成的一部分。多根并行的曲线表示变更可以在各个部分发生。

然而，关注于这样的低级别的行为可能会引起不同的议论。一个模型和一个单独的项目计划有所不同。模型不应该描述每个项目的具体细节，模型应该对项目进行指导和支持。当然，代码的交接也可以简单地认为是一种集成的形式。而 V 模型也并没有限制各种创建周期的发生次数。

Marick 和 Graham 一致认为，应该在执行测试之前进行测试设计。Marick 建议：“在掌握相关知识时进行设计，在手头有交付内容时进行测试。” X 模型包含了测试设计的步骤，就像使用不同的测试工具所要包含的步骤一样，而 V 模型没有这么做。但是，Marick 的例子提示，X 模型在这层意义上看也并不是一个真的模型，取而代之的是，应该允许在任何时候选择使用测试设计步骤。

Marick 对 V 模型提出质疑，也因为 V 模型基于一套必须按照一定顺序严格排列的开发步骤，而这很可能并没有反映实际的实践过程。

尽管很多项目缺乏足够的需求，V 模型还是从需求处理开始。V 模型提示我们要对各开发阶段中已经得到的内容进行测试，但它没有规定我们要取得多少内容。如果没有任何的需求资料，开发人员知道他们要做什么吗？在 X 模型和其他模型中都需要足够的需求并至少进行一次发布。虽然在没有模型的情况下也必须正常工作，但一个有效的模型，可以鼓励很多好的实践方法的采用。因此，V 模型的一个强项是它明确的需求角色的确认，而 X 模型没有这么做，这大概是 X 模型的一个不足之处。

X 模型填补了 V 模型和 X 模型的缺陷，并可为测试人员和开发人员带来帮助。

X 模型的左边描述的是针对单独程序片段所进行的相互分离的编码和测试，此后将进行频繁的交接，通过集成最终成为可执行的程序，然后对这些可执行程序进行测试。已通过集成测试的成品可以进行封装并提交给用户，也可以作为更大规模和范围内集成的一部分。多根并行的曲线表示变更可以在各个部分发生。此外，X 模型还定位了探索性测试，这是不进行事先计划的特殊类型的测试，这一方式往往能帮助有经验的测试人员在测试计划之外发现更多的软件错误。但这样可能对测试造成人力、物力和财力的浪费，对测试员的熟练程度要求比较高。



### 29.1.5 前置测试模型

前置测试模型是一个将测试和开发紧密结合的模型，该模型提供了轻松的方式，可以使你的项目加快速度。

前置测试模型从 V 模型和 X 模型中汲取其中精华，并设法弥补了它们的不足之处。虽然前置测试也不是完美的，但它可以带来明显的益处。与其等待最完美的方法出现，还不如先采用能带来尽可能多益处的方法。另外，前置测试模型处于不断完善的过程中。

前置测试模型体现了以下的要点。

(1) 开发和测试相结合：前置测试模型将开发和测试的生命周期整合在一起，标识了项目生命周期从开始到结束之间的关键行为。

(2) 对每一个交付内容进行测试：每一个交付的开发结果都必须通过一定的方式进行。

(3) 在设计阶段测试计划和测试设计：设计阶段是做测试计划和测试设计的最好时机。

(4) 测试和开发结合在一起：前置测试将测试执行和开发结合在一起，并在开发阶段以编码—测试—编码—测试的方式来体现。

(5) 让验收测试和技术测试保持相互独立：验收测试应该独立于技术测试，这样可以提供双重的保险，以保证设计及程序编码能够符合最终用户的需求。

## 29.2 测试分类

### 29.2.1 按照开发阶段划分

#### 1. 单元测试

单元测试 (unit testing) 也称为模块测试，测试的对象是可独立编译或汇编的程序模块、软件构件，其目的是检查每个模块能否正确地实现设计说明中的功能、性能、接口和其他设计约束等条件，发现模块内可能存在的各种差错。单元测试的技术依据是软件详细设计说明书。

在模块测试中，需要完成 5 个方面的任务，包括模块接口测试、局部数据结构测试、执行路径测试、出错处理测试和边界条件测试。

(1) 模块接口测试。通过对被测模块的数据流进行测试，检查进出模块的数据是否正确。因此，必须对模块接口，包括参数表、调用子模块的参数、全局变量、文件 I/O 操作进行测试。

(2) 局部数据结构测试。测试用例检查局部数据结构的完整性，如数据类型说明、初始化、默认值等方面的问题，并测试全局数据对模块的影响。

(3) 执行路径测试。测试用例对模块中重要的执行路径进行测试，其中对基本执行路径和循环进行测试往往可以发现大量的路径错误。测试用例必须能够发现由于计算错误、不正确的判定或不正常的控制流而产生的错误。

(4) 出错处理测试。测试出错处理的重点是模块在工作中发生了错误，其中的出错处理设施是否有效。

(5) 边界条件测试。边界条件测试是单元测试的最后一步，必须采用边界值分析的方法来设计测试用例。在为限制数据处理而设置的边界处，测试模块是否能够正常工作。

单元测试是在软件开发过程中要进行的最低级别的测试活动，软件的独立单元将在与程序的其他部分相隔离的情况下进行测试。

## 2. 集成测试

集成测试也叫组装测试或联合测试。通常，在单元测试的基础上，需要将所有程序模块按照设计要求组装成系统。此时需要考虑更高层次的问题，比如把各模块连接在一块后，穿越模块接口的数据是否完整；一个模块的功能是否会影响另一个模块的功能；各模块组装后，是否能够达到预期要求的功能等。因此，集成测试可在单元测试的同时进行，以尽早发现并排除在模块组装过程中可能出现的问题。

在集成测试过程中的主要测试程序是由多个模块组成的一个包，甚至一组包或一个子系统。

集成测试的主要任务是将各模块连接起来，检查模块相互调用时，数据经过接口是否丢失。将各个子功能组合起来，检查能否达到预期要求的各项功能。判断一个模块的功能是否会对另一个模块的功能产生不利的影响。全局数据结构是否有问题，会不会被异常修改。单个模块的误差积累起来，是否会被放大，从而达到不可接受的程度。

通常，集成测试有非增量式集成与增量式集成两种方法：前者是将单元测试后的所有模块按设计要求一次性组合起来进行整体测试。这种方法整体性强，可以对模块进行并行测试，能充分利用人力，减少测试的开销；但这种方法容易混乱，出现错误不容易查找和定位。增量式集成是把下一个要测试的模块结合到已测试好的模块中，测试完后再将下一个要测试的模块组合进来测试，逐步把所有模块组合在一起，并完成测试。这种方法从局部开始逐步形成整体，测试范围是一步步扩大的，所以错误容易定位，而且已测试的模块可在新的条件下进行投试，使程序测试得更彻底。因此，通常采用增量式测试方法比较好。

## 3. 系统测试

系统测试把通过集成测试的软件，作为整个基于计算机系统的一个元素，与计算机硬件、外设、某些支持软件、数据和人员等其他系统元素结合在一起，在实际或者模拟运行（使用）环境下，对计算机系统进行一系列测试。系统测试主要测试软件系统的功能是否符合用户需求，是否能够完成预期功能。系统测试是根据系统方案说明书来设计测试用例的，而不是程序代码，所以系统测试计划也应该是从系统需求分析就开始了。

常见的系统测试主要有六大内容。

(1) 恢复测试。监测系统的容错能力。

(2) 安全性测试。检测系统的安全机制、保密措施是否完善，主要是为了检验系统的防范能力。

(3) 压力测试。压力测试也称为强度测试，是对系统在异常情况下的承受能力的测试，是检查系统在极限状态下运行时，性能下降的幅度是否在允许的范围内。

(4) 性能测试。检查系统是否满足系统设计方案说明书对性能的要求。

(5) 可靠性、可用性和可维护性测试。

(6) 安装测试。

#### 4. 验收测试

验收测试又称为发布测试、确认测试或交付测试。验收测试是以用户为主的测试，但是软件开发人员和质量保证人员也应参加。由用户参加设计测试用例。使用用户界面输入测试数据，并分析测试的输出结果。一般使用生产中的实际数据进行测试。根据合同、《需求规格说明书》或《验收测试计划》对成品进行验收测试，决定是否接收系统。

验收测试在系统测试完成后、项目最终交付前进行，是部署软件之前的最后一项测试。验收测试的测试计划、测试方案与测试案例一般由开发方制定，由用户方与监理方联合进行评审。验收测试的目的是检验系统能否像预定要求那样进行工作，从而让用户决定是否接收该系统。从以上描述可以看出，验收测试也需要制订测试计划和过程。

验收测试可能有 4 种结果：测试项目通过；不通过，需要大的修改；不通过，但是存在变通方案，可以在下一版或维护阶段改进；无法评估，这种情况需要给出原因并修改测试计划准备下次测试。

验收测试完成的标准如下。

(1) 软件需求分析说明书中定义的所有功能已全部实现，性能指标全部达到要求。

(2) 在验收测试中发现的错误已经得到修改，各级缺陷修复率达到标准。

(3) 所有测试项没有残余紧急或严重级别的错误。

(4) 需求分析文档、设计文档和编码实现一致。

(5) 验收测试工件齐全（测试计划、测试用例、测试日志、测试通知单、测试分析报告，待验收的软件安装程序）。

### 29.2.2 按照测试实施组织划分

按照测试实施组织，可将测试划分为开发方测试、用户测试、第三方测试。

#### 1. 开发方测试

开发方测试通常也称为“验证测试”或“ $\alpha$  测试”，主要是指在软件开发完后，开发方要对提交的软件进行全面的自我检查与验证。它可以从软件产品编码结束之后开

始，或在模块（子系统）测试完成后开始，也可以在确认测试过程中产品达到一定的稳定和可靠程度之后再开始。

$\alpha$  测试是由一个用户在开发环境下进行的测试，也可以是公司内部的用户在模拟实际操作环境下进行的受控测试， $\alpha$  测试不能由程序员或测试员完成。 $\alpha$  测试发现的错误，可以在测试现场立刻反馈给开发人员，由开发人员及时分析和处理。目的是评价软件产品的功能、可使用性、可靠性、性能和支持。尤其注重产品的界面和特色。 $\alpha$  测试可以从软件产品编码结束之后开始，或在模块（子系统）测试完成后开始，也可以在确认测试过程中产品达到一定的稳定和可靠程度之后再开始。有关的手册（草稿）等应该在  $\alpha$  测试前准备好。

## 2. 用户测试

用户测试是指在用户的应用环境下，用户通过运行和使用软件，检测与验证软件是否符合自己预期的要求，这里大家要注意，用户测试一般不是指用户的“验收测试”，而是指用户的使用性测试。常见的用户测试有  $\beta$  测试。

$\beta$  测试是由软件的多个用户在实际使用环境下进行的测试，这些用户返回有关错误信息给开发者。测试时，开发者通常不在测试现场。因而， $\beta$  测试是在开发者无法控制的环境下进行的软件现场应用。在  $\beta$  测试中，由用户记下遇到的所有问题定期向开发者报告，这个问题包括真实的问题和主观认定的问题。 $\beta$  测试主要衡量产品的 FLURPS，着重于产品的支持性，包括文档、客户培训和支持产品生产能力。

$\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\lambda$  常用来表示软件测试过程中的三个阶段。

- $\alpha$  是第一阶段，一般只供内部测试使用。
- $\beta$  是第二个阶段，此时已经消除了软件中大部分的不完善之处，但仍有可能存在缺陷和漏洞，一般只提供给特定的用户群来测试使用。
- $\lambda$  是第三个阶段，此时产品已经相当成熟，只需在个别地方再做进一步的优化处理即可上市发行。

## 3. 第三方测试

第三方测试也被称为独立测试，它是指由在技术、管理和财务上与开发方和用户方相对独立的组织进行的软件测试。

第三方测试有别于开发人员或用户进行的测试，其目的是为了保证测试工作的客观性。从国外的经验来看，测试逐渐由专业的第三方承担。同时第三方测试还可适当兼顾初级监理的功能，其自身具有明显的工程特性，为发展软件工程监理制奠定坚实的基础。第三方测试工程主要包括需求分析审查、设计审查、代码审查、单元测试、功能测试、性能测试、可恢复性测试、资源消耗测试、并发测试、健壮性测试、安全测试、安装配置测试、可移植性测试、文档测试，以及最终的验收测试等十余项。

第三方测试以合同的形式制约了测试方，使得它与开发方存在某种对立的关系，所以它不会刻意维护开发方的利益，保证了测试工作在一开始就具有客观性。第三方一般

都不直接参加开发方系统的设计和编程,为了能够深入理解系统,发现系统中存在的问题,第三方测试必须按软件工程的要求办事,以软件工程的标准要求开发方和用户进行配合,从而较好地体现软件工程的理念。引入第三方测试后,由于测试方相对的客观位置,由用户、开发方、测试方三方组成的三角关系也便于处理以往用户和开发方纠缠不清的矛盾,使得许多问题能得到比较客观的处理。

第三方测试不同于开发方的自测试。自测试是由开发人员承担的测试,它存在很多弊病,除去自身利益驱使带来的问题外,还有许多不客观的毛病,主要表现在思维的定势上。由于开发人员熟悉设计和编程等,往往习惯于按一定的程式考虑问题,以至思路比较局限,难以发现“程式”外存在的问题。而第三方测试的目的就是为尽量多地发现程序中的错误而运行程序的过程。此外,随着系统越做越大,客观上讲开发人员也无精力参与测试,同时不符合大生产专业分工的原则。

第三方测试不同于用户的自测试。用户是应用软件需求的提出者,对于软件应该完成的功能是非常清楚的,是进行功能验证的最佳人选。而客观情况是,大部分用户都不是计算机的专业人士,很难对系统的内部实现过程进行深入的分析。对系统的全面测试,功能测试仅仅是一个方面,还要包括并发能力、性能等多种技术测试。这些测试对技术有很高的要求,只有计算机的专业人员才能完成。

第三方测试一般还兼顾初级监理的职能,不但要对应用进行各种测试,而且要进行需求分析的评审、设计评审、用户类文档的评审等,这些工作对用户进行系统的验收及推广应用都非常有意义。

### 29.2.3 按照测试技术划分

按照测试技术划分,测试可以分为黑盒测试、白盒测试和灰盒测试。关于黑盒和白盒的内容会在后面测试技术一节里面展开。

灰盒测试是介于白盒测试与黑盒测试之间的测试。灰盒测试关注输出对于输入的正确性;同时也关注内部表现,但这种关注不像白盒测试那样详细、完整,只是通过一些表征的现象、事件、标志来判断内部的运行状态。有时候输出是正确的,但内部其实已经错了,这种情况非常多,如果每次都通过白盒测试来操作,效率会很低,因此需要采取灰盒测试的方法。

### 29.2.4 按照测试执行方式划分

按照测试执行方式,测试类型可以分为静态测试和动态测试。

#### 1. 静态测试

静态测试指不运行被测程序本身,仅通过分析或检查源程序的语法、结构、过程、接口等来检查程序的正确性。对需求规格说明书、软件设计说明书、源程序做结构分析、

流程图分析、符号执行来找错。静态方法通过程序静态特性的分析，找出欠缺和可疑之处，例如不匹配的参数、不适当的循环嵌套和分支嵌套、不允许的递归、未使用过的变量、空指针的引用和可疑的计算等。静态测试结果可用于进一步的查错，并为测试用例选取提供指导。

静态测试包括代码检查、静态结构分析、代码质量度量等。它可以由人工进行，充分发挥人的逻辑思维优势，也可以借助软件工具自动进行。代码检查包括代码走查、桌面检查、代码审查等，主要检查代码和设计的一致性，代码对标准的遵循和代码的可读性，代码的逻辑表达的正确性，代码结构的合理性等方面；静态测试可以发现违背程序编写标准的问题，程序中不安全、不明确和模糊的部分，并找出程序中不可移植的部分。违背程序编程风格的问题包括变量检查、命名和类型审查、程序逻辑审查、程序语法检查和程序结构检查等内容。

在实际使用中，代码检查比动态测试更有效率，能快速找到缺陷，发现 30%~70% 的逻辑设计和编码缺陷；代码检查看到的是问题本身而非征兆。但是代码检查非常耗费时间，而且代码检查需要知识和经验的积累。代码检查应在编译和动态测试之前进行，在检查前，应准备好需求描述文档、程序设计文档、程序的源代码清单、代码编码标准和代码缺陷检查表等。静态测试具有发现缺陷早、降低返工成本、覆盖重点和发现缺陷的概率高等优点，以及耗时长、不能测试依赖和技术能力要求高的缺点。

## 2. 动态测试

动态测试是指通过运行被测程序，检查运行结果与预期结果的差异，并分析运行效率、正确性和健壮性等性能。这种方法由三部分组成：构造测试用例、执行程序、分析程序的输出结果。

所谓软件的动态测试是通过运行软件来检验软件的动态行为和运行结果的正确性。目前，动态测试也是公司测试工作的主要方式。

## 3. 动态测试和静态测试的区别

- (1) 静态测试是用于预防的，动态测试是用于矫正的。
- (2) 多次的静态测试比动态测试效率和效益高。
- (3) 静态测试综合测试程序代码。
- (4) 在相当短的时间里，静态测试只覆盖了在测试实际执行中的那部分代码。
- (5) 动态测试比静态测试更花时间。
- (6) 静态测试比动态测试更能发现问题。
- (7) 静态测试的执行可以在程序编码编译前，动态测试只能在编译后才能执行。

## 29.2.5 按照测试对象类型划分

按照测试对象类型，测试可以分为以下 10 类。

### 1. 功能测试

功能测试在测试工作中占的比例最大,功能测试也叫黑盒测试。它是把测试对象看作一个黑盒子。利用黑盒测试法进行动态测试时,需要测试软件产品的功能,不需测试软件产品的内部结构和处理过程。采用黑盒技术设计测试用例的方法有:等价类划分、边界值分析、错误推测、因果图和综合策略。

关于黑盒测试会在测试技术章节展开,这里不再展开。

### 2. 界面测试

界面测试(简称 UI 测试),就是测试用户界面的功能模块的布局是否合理、整体风格是否一致、各个控件的放置位置是否符合客户使用习惯,此外还要测试界面操作便捷性、导航简单易懂性,页面元素的可用性,界面中文字是否正确,命名是否统一,页面是否美观,文字、图片组合是否完美等。

通过用户界面(UI)测试来核实用户与软件的交互。UI 测试的目标在于,确保用户界面向用户提供了适当的访问和浏览测试对象功能的操作。除此之外,UI 测试还要确保 UI 功能内部的对象符合预期要求,并遵循公司或行业的标准。

(1) 通过浏览测试对象可正确反映业务的功能和需求,这种浏览包括窗口与窗口之间、字段与字段之间的浏览,以及各种访问方法(Tab 键、鼠标移动和快捷键)的使用。

(2) 窗口的对象和特征(如菜单、大小、位置、状态和中心)都符合标准。

### 3. 流程测试

流程测试是测试人员把系统各个模块连贯起来运行、模拟真实用户实际的工作流程,满足用户需求定义的功能来进行测试的过程。主要流程包括业务流程、数据流程、逻辑流程。流程测试的主要目的是检查软件在按流程操作时能否正确处理。

业务流程测试是系统测试最重要的内容,而测试的依据就是用户定义的需求和测试人员的测试设计,因此下面就从需求、测试设计、测试执行等角度重点阐述如何做好业务流程测试。

(1) 关注需求和用户。

1) 站在用户的角度。

优秀的需求应该是站在用户的角度来思考问题,是用户能够利用系统完成什么,而不是系统自己完成的。因此在需求理解时要多和软件的最终用户进行交流,了解他们的诉求,以便有针对性地进行测试。

2) 重视全局,而非细节。

工作重点应该是放在尽可能全面地收集需求要点,了解整体的业务流程,分析主体业务流程和重点业务流程等工作上。在获得了系统全貌后,我们会发现原先在编写功能测试用例时对系统的认识是不充分的,这时要编写的流程测试用例需要根据新的思路进行重新排列。

### 3) 现场客户。

现场客户随时提供对需求细节的指导。如果没有条件，可以定期邀请用户参加项目例会或安排和用户交流等。此外，可以在需求理解评审和测试设计评审时，尽量邀请用户参与。

### (2) 精心设计流程用例。

1) 流程用例编写要点要有基本数据，以便系统测试多次使用，同时方便自动化工具介入。

2) 其他流程要依赖这套数据，使每个流程可以更有针对性地执行。

3) 构建的数据要尽量有具体的意义，严禁用 a、b、c，1、2、3 等。

4) 流程要符合用户常用的业务操作习惯，尽量考虑用户的实际操作去编写。

5) 流程可大可小，但每一个流程都要是一个典型的业务操作。

6) 流程不必覆盖到所有功能点，因为流程用例是功能用例的一个补充。

7) 流程不要被具体的模块所限制，各个模块可以交叉。用户实际的业务操作是没有界限的。

### (3) 流程用例编写实践。

#### 1) 系统总流程表。

制定的目的首先是理清系统脉络和编写者的思路；其次是给后进入项目的测试人员一个对于系统的功能和各个模块之间的关系有个宏观的认识。

#### 2) 角色功能表。

因为我们现在所做的系统大多是多用户多权限的，不同角色有不同的权限，包括菜单级和操作级的，所以需要有一个角色功能表。比如 E-Sales 系统中就有 8 种角色 50 多种权限，所以有一个清晰的列表对于用户理解和测试系统是有帮助的，在测试不同角色对应的不同功能页面或操作可以通过该表进行二维的对应。

#### 3) 测试数据列表。

流程测试要依赖一套可以重用的并且尽量符合用户实际操作的数据。测试用例中包含精心准备的数据，在执行时会有的放矢，更贴近用户的操作，所以要有一个测试数据列表。

#### 4) 流程测试用例表。

这是最重要的一个部分，是测试流程的出发点和根据，和功能测试用例不同的是，我们这里所关注的是业务操作的流程，编写时参照“流程用例编写要点”。

流程测试用例编写参照流程测试模板及案例。

## 4. 接口测试

接口测试是测试系统组件间接口的一种测试。接口测试主要用于检测外部系统与系统之间，以及系统内部各个子系统之间的交互点。测试的重点是要检查数据的交换、传递和控制管理过程，以及系统间的相互逻辑依赖关系等。



接口测试一般会用于多系统间交互开发,或者拥有多个子系统的应用系统开发的测试。接口测试适用于为其他系统提供服务的底层框架系统和中心服务系统,主要测试这些系统对外部提供的接口,验证其正确性和稳定性。接口测试同样适用于一个上层系统中的服务层接口,越往上层,测试难度越大。接口测试是一个自下而上的发展过程。

接口测试实施在多系统多平台的构架下,有着极为高效的成本收益比,接口测试天生为高复杂性的平台带来高效的缺陷监测和质量监督能力。平台越复杂,系统越庞大,接口测试的效果也就越明显。

接口测试的目的是测试接口,尤其是那些与系统相关联的外部接口,测试的重点是要检查数据的交换,传递和控制管理过程,还包括处理的次数。外部接口测试一般是作为系统测试来看待的。

不是所有的团队都可以在一个隔离的测试环境中进行测试的,因此对外部接口的测试显得很困难。我们应该确保较早地与相关的组织协调好并确定进行外部接口测试的方案。有时候相关的组织只是人工的静态的审阅一次数据,而并不真正用这些数据来测试。

业务逻辑的容错能力也是接口测试的重点,按照业务顺序逆向验证业务逻辑的容错能力。

## 5. 安装测试

安装测试的目的是找安装错误,安装系统软件时,会有多种选择。要分配和装入文件和程序库,布置适用的硬件配置,进行程序的连接等。它是在系统安装之后进行的。

一般情况下,它验证:系统程序的安装与卸载;系统程序的重复安装;用户选择的一套任选方案是否相容;系统的每一部分是否齐全;所有文件是否已产生并确有所需的内容;硬件的配置是否合理,等等。

在一些系统中,部分工作是软件自动完成的,其他工作则需由包括操作员、数据库管理员、最终用户等在内的人,按一定的规程在计算机上完成。那么,这部分指定由人工完成的过程也要仔细检查。

注意,如果软件需求中有跨平台的要求,那么就应该在不同软件系统平台上做相应的安装测试。

安装测试用例设计原则需要考虑以下内容。

- (1) 多种硬件环境的安装测试。
- (2) 多种安装设置时的测试(其中包括安装路径和安装类型)。
- (3) 安装顺序测试。
- (4) 安装后启动测试。
- (5) 修复安装测试和卸载测试。
- (6) 更新包测试。

## 6. 文档测试

文档测试是指对软件开发、测试和维护过程中产生的所有文档的测试。文档测试安

装交付对象可以分为交付用户的文档测试和非交付用户的文档测试。

(1) 交付用户的文档包括需求文档、用户手册和安装手册。这部分的测试目的是检验用户文档是否和实际应用存在差别。用户文档测试主要从读者群、术语、正确性、完整性、一致性、易用性、图表与界面截图、样例和示例、语言、印刷与包装来考虑。

(2) 非交付用户的文档测试分为需求文档测试和测试相关文档的测试。对于需求文档的测试，主要测试内容有需求规格说明书、概要设计说明书和详细设计说明书，对需求文档测试要检查出文档中的错误，如错误的业务流程、错误的功能，及早提出问题以便相关人员尽早修改，避免开发人员将问题植入系统。对测试相关文档进行测试主要是对测试过程中产生的文档进行测试，如测试计划、测试用例及测试报告等。

文档测试不用编写测试用例。

## 7. 源代码测试

通过本类型的测试发现应用程序、源代码中包括 OWASP 十大 Web 漏洞在内的安全漏洞，识别、定位存在的安全漏洞，并分析漏洞风险，提出整改建议，提高系统安全性。

源代码安全测试的范围可以是以 C、C++、Java 等开发语言编写的应用程序或网站的全部源代码，也可以是某个独立的业务模块或关键的业务流程模块的源代码。

采用源代码分析工具对系统源代码的安全性进行测试，识别、定位代码存在的安全漏洞，并分析漏洞风险。

在选择全部源代码进行测试时，需要首先经过代码编译，生成应用程序或网站，由委托方确认应用程序的功能或网站的内容无误。当代码量较大时，一般选择部分源代码进行测试。源代码的选择由委托测试方和测试方共同协商确定，对选定代码的测试结果仅对被测代码有效，不能作为评价全部源代码的依据。

## 8. 数据库测试

数据库测试是依据数据库设计规范对软件系统的数据库结构、数据表及其之间的数据调用关系进行测试。

数据库测试指对数据库本身的完整性进行测试，包括以下特性。

(1) 数据完整性。主要检测数据的损坏。规定适当的检查点可以减轻数据损坏。例如，保留和检查每天的事务日志便于跟踪数据库的改变。

(2) 数据有效性。数据有效性确保把正确的信息提供给客户，把正确的信息回传到数据库中。一般来说，数据的检测比率高于应用程序本身的检测比率。其中的一个检测方法是查看工作流并在变化点上检查数据库，包括隔离改变数据库的操作并检查改变内容是否正确。

(3) 数据操作。我们需要从两种级别上测试用户操作：管理员功能和用户功能。数据库管理员可以执行一些不提供给网站客户的受限操作。另一方面，要将数据库与应用系统相结合，对数据一致性、输出结果及数据库容量进行测试。用户提交的表单信息如

果不正确,则可能导致数据一致性出错;而网络速度或者程序设计如果存在问题,则可能造成输出错误;同时,还要考虑到系统及数据库在给定时间内能够持续处理的最大负载及工作量。

## 9. 网络测试

网络测试是验证网络的建设是否成功的手段,主要是验证以下几个方面:链路连接情况、错包率、连通性、网络质量、路由策略、备份路由、网管等。

网络测试可以发现网络的连通性,网络是否丢包及网络中的延迟等。

测试工具包括 Ping、traceroute、show ip route、show ip route vrp、show int 和网管软件等。

测试项目(大项)包括链路测试、错包率测试、连通性测试、质量测试、路由策略测试和备份路由测试。

### (1) 链路测试。

范围包括广域网中的每一条链路。测试内容是利用 Ping 工具验证这些链路的状况。

### (2) 错包率测试。

范围包括广域网中的每一个网络设备。测试内容:利用 Cisco 的 IOS 命令 show interface 测试这些设备的在用端口的错包率。利用华为的 VRP 命令 display interface。

### (3) 连通性测试。

范围包括自治区的服务器到下面各个地州的工作站之间的连通情况。测试内容:利用 Ping 工具验证这些路径的连通情况。

### (4) 质量测试。

范围包括第(1)项列出的每条广域网链路的时延和丢包率。测试内容:利用 Ping 工具测试这些链路的质量。

### (5) 路由策略测试。

1) 进入广域网中的每一个路由器查看它们的 MPLS 路由表和 VPN 路由表。

2) 增加一台路由器,查看相应域的路由表的收敛速度。

3) 减少一台路由器,查看相应域的路由表的收敛速度。

测试内容:利用 Cisco IOS 的命令 show ip route、show ip route vrf、Ping、traceroute 等测试这些内容。

### (6) 备份路由测试。

1) 查看当前路由情况。

2) 断开主路由,测试备份路由的启用情况,包括路由收敛速度。

3) 重新接上主路由,测试主路由的恢复情况,包括路由收敛速度。

测试内容:利用 Ping、traceroute 等工具、测试备份路由。

## 10. 性能测试

常见的性能测试包括负载测试、压力测试和疲劳强度测试。

(1) 负载测试：是通过逐步增加系统负载，测试系统性能的变化，并最终确定在满足性能指标的情况下，系统所能承受的最大负载量的测试。

(2) 压力测试：是通过逐步增加系统负载，测试系统性能的变化，并最终确定在什么负载条件下系统性能处于失效状态，并以此来获得系统能提供的最大服务级别的测试。压力测试又包含并发测试和大数据量测试。

1) 并发测试：主要指当测试多用户并发访问同一个应用、模块、数据时是否产生隐藏的并发问题，如内存泄漏、线程锁、资源争用问题。几乎所有的性能测试都会涉及并发测试。

2) 大数据量测试：指针对某些系统存储、传输、统计、查询等业务进行的大数据量测试或者指和压力性能测试、负载性能测试、疲劳性能测试相结合的综合测试。

(3) 疲劳强度测试，又叫稳定性测试：通常采用系统稳定运行情况下能够支持的最大并发用户数，或者日常运行用户数，持续执行一段时间业务，保证达到系统疲劳强度需求的业务量，通过综合分析交易执行指标和资源监控指标，来确定系统处理最大工作量强度性能的过程。

## 29.2.6 按照质量属性划分

按照质量属性可以划分为以下8种测试。

### 1. 容错性测试

容错性测试是主要检查系统的容错能力，检查软件在异常条件下自身是否具有防护性的措施或者某种灾难性恢复的手段。

容错性测试包括两个方面的测试：

(1) 输入异常数据或进行异常操作，以检验系统的保护性。如果系统的容错性好，系统只给出提示或内部消化掉，而不会导致系统出错甚至崩溃。

(2) 灾难恢复性测试。通过各种手段，让软件强制性地发生故障，然后验证系统已保存的用户数据是否丢失、系统和数据是否能很快恢复。

从自动恢复测试的概念可以看出，容错测试是一种对抗性的测试过程。当测试软件出现故障时，如何进行故障的转移与恢复有用的数据。故障转移（Failover）是确保测试对象在出现故障时，能成功地将运行的系统或系统某一关键部分转移到其他设备上继续运行，即备用系统将不失时机地“顶替”发生故障的系统，以避免丢失任何数据或事务，不影响用户的使用。要进行故障转移的全面测试，一个好的方法是将测试系统全部的对象用一张系统结构图描绘出来，以图中所有可能发生的故障点设计测试用例。在系统结构图中存在单点失效的关键对象，就是设计的缺陷。

### 2. 兼容性测试

兼容性测试（Compatibility Test Suite, CTS），指对所设计程序与硬件、软件之间

的兼容性的测试。

兼容性是衡量软件好坏的一个重要指标，在具体测试中可以从 6 个方面来判断。

(1) 操作系统兼容性。

软件可以运行在哪些操作系统平台上，理想的软件应该具有与平台无关性。有些软件在不同的操作系统平台上重新编译即可运行，有些软件需要重新开发，或较大改动才能在不同的操作系统平台上运行，对于两层体系和多层体系结构的软件，还要考虑前端和后端操作系统的可选择性。

(2) 异构数据库兼容性。

现在很多软件，尤其是 MIS（管理信息系统）、ERP、CRM 等软件都需要数据库系统的支持，这类软件要考虑其对不同数据库平台的支持能力，软件能否直接挂接，或需提供相关的转换工具。

(3) 新旧数据转换。

软件是否提供新旧数据转换的功能。当软件升级后可能定义了新的数据格式或文件格式，涉及对原来格式的支持及更新，原来用户的记录要能继承，在新的格式下依然可用，这里还要考虑转换过程中数据的完整性与正确性。

(4) 异种数据兼容性。

软件是否提供对其他常用数据格式的支持，支持的程度如何，即能否完全正确地读出这些格式的文件。

(5) 应用软件兼容性。

应用软件兼容性主要考察两项内容：一是软件运行需要哪些其他应用软件的支持；二是判断与其他常用软件一起使用，是否造成其他软件运行错误或软件本身不能正确实现功能。

(6) 硬件兼容性。

硬件兼容性考察软件对运行的硬件环境有无特殊说明，如对计算机的型号、网卡的型号、声卡的型号、显卡的型号等有无特别声明，有些软件可能在不同的硬件环境中，会出现不同的运行结果，甚至根本就不能执行。

对于不同类型的软件，在兼容性方面还有更多的评测指标，并且依据实际情况侧重点也有所不同。总体说来，兼容性测试首先确定环境（软硬件环境和同时安装的其他软件等），然后根据选定环境制订测试方案，最后进行测试。

### 3. 安全性测试

安全性测试是在 IT 软件产品的生命周期中，特别是产品开发基本完成到发布阶段，对产品进行检验以验证产品符合安全需求定义和产品质量标准的过程。

安全性测试是测试系统在应付非授权的内部/外部访问、非法侵入或故意损坏时的系统防护能力，检验系统是否有能力使可能存在的内/外部伤害或损害的风险控制在可接受的水平内。

安全性测试是检验在系统中已经存在的系统安全性、保密性措施是否发挥作用，有无漏洞。一般通过以下几种破坏系统保护机构的方法来检验系统的安全性。

- (1) 正面攻击或从侧面、背面攻击系统中易受损的那些部分。
- (2) 以系统输入为突破口，利用输入的容错性进行正面攻击。
- (3) 申请和占用过多的资源压垮系统，以破坏安全措施，从而进入系统。
- (4) 故意使系统出错，利用系统恢复的过程，窃取用户口令及其他有用的信息。
- (5) 通过浏览残留在计算机各种资源中的垃圾（无用信息），以获取如口令、安全码和译码关键字等信息。
- (6) 浏览全局数据，期望从中找到进入系统的关键字。
- (7) 浏览那些逻辑上不存在，但物理上还存在的各种记录和资料等。

#### 4. 可靠性测试

可靠性测试是对软件产品的可靠性进行调查、分析和评价的一种手段。它不仅要为了用测试数据确定软件产品是否达到可靠性目标，还要对检测出的失效的分布、原因及后果进行分析，并给出纠正建议。

软件可靠性测试的目的有3个。

- (1) 发现软件系统在需求、设计、编码、测试、实施等方面的各种缺陷。
- (2) 为软件的使用和维护提供可靠性数据。
- (3) 确认软件是否达到可靠性的定量要求。

广义的软件可靠性测试是指为了最终评价软件系统的可靠性而运用建模、统计，用试验、分析、评价等一系列手段对软件系统实施的一种测试。

狭义的软件可靠性测试是指为了获取可靠性数据，按预先设定的测试用例，在软件的预期使用环境中，对软件实施的一种测试。

通常使用以下两个指标来衡量系统的可靠性：平均失效间隔时间 MTBF (Mean Time Between Failures) 是否超过了规定的时限，因故障而停机时间 MTTR (Mean Time To Repairs) 在一年中不应超过多少时间。

可靠性测试包括可靠性增长测试和可靠性验证测试。

由于没有广泛使用的软件可靠性模型，因此在工程上，针对具体的应用，来评价模型的预计质量以决定模型的选取。在软件可靠性的增长测试过程中，测试以迭代的方式进行，根据测试过程中所观测及其跟踪到的故障，使用基于软件可靠性增长模型和统计推理的可靠性评估模型进行故障强度估计，用于测试进展情况跟踪。可靠性验证测试是软件产品发布前进行的最后测试，它是最终检验而不是调试。可靠性验证测试的目标是确定一个软件产品在风险限度之内的可接收程度。

#### 5. 可用性测试

可用性测试一般是在一定环境条件下（可用性实验室），让用户执行测试，观察用户的反应，找到系统的缺陷和需要改进的地方。

所有的可用性测试都需要有外部人员参与，最好有最终用户参与。

可用性测试可以从以下几个方面考虑。

- (1) 能否成功完成一个任务。
- (2) 对于普通用户，完成典型任务需要多长时间。
- (3) 完成典型任务需要访问的页面数。
- (4) 系统是否提供了层次结构明确、表达清楚的导航功能。
- (5) 对整个系统的感觉如何（形式）。
- (6) 信息是否正确、精确（内容）。
- (7) 帮助系统是否准确并且容易使用。
- (8) 系统是否提供搜索、网站地图等功能。
- (9) 用户能否接受页面下载的时间。

可用性测试是找可用性问题的方法，所以可用性测试非常适合于发现设计方案、产品中存在哪些可用性问题，并帮助解决它。这个优点，特别对于迭代式的产品开发流程来说非常有效，经过测试—改进—再测试的几个周期，可以显著地提高产品的可用性水平。但是，可用性测试是定性研究，定性研究的样本量得出来的结论不具备推论的效度。可用性测试中确实会有一些比例数据，但这个比例只能作为参考。

## 6. 维护性测试

维护性测试是根据软件需求和设计中提出的要求，对软件的易修改性进行测试。

软件维护分为正确性维护、适应性维护、完善性维护和预防性维护等，这些维护工作的成本已经占到软件生命周期成本的 70% 以上。

提高软件的可维护性，可以从以下方面着手：

(1) 建立明确的软件质量目标。要使程序满足可维护性的全部要求，要付出很大的代价，甚至是不现实的，但有些可维护性是相互促进的，因此要明确软件所追求的质量目标。

(2) 使用先进的软件开发技术和工具。利用先进的软件开发技术能大大提高软件质量，减少软件费用。面向对象的软件开发方法就是一个非常实用而强有力的软件开发方法，用面向对象方法开发出来的软件系统稳定性好、容易修改、容易理解、易于测试和调试，因此，可维护性好。

(3) 建立明确的质量保证。质量保证是指为提高软件质量所做的各种检查工作。质量保证检查是非常有效的方法，不仅在软件开发的各阶段中得到了广泛应用，而且在软件维护中也是一个非常主要的工具。为了保证可维护性，在检查点进行检查、验收检查、周期性的维护检查、对软件包的检查这 4 类检查是非常有用的。

(4) 选择可维护的语言。程序设计语言的选择对维护影响很大。低级语言很难掌握，很难理解，因而很难维护。一般来说，高级语言比低级语言更容易理解，第四代语言更容易理解，容易编程，程序容易修改，改进了可维护性。

(5) 改进程序文档。程序文档是对程序功能、程序各组成部分之间的关系、程序设计策略、程序实现过程的历史数据等的说明和补充。程序文档对提高程序的可阅读性有重要作用。为了维护程序，人们必须阅读和理解程序文档。

## 7. 可移植性测试

可移植性是软件质量之一，良好的可移植性可以提高软件的生命周期。代码的可移植性主题是软件；可移植性是软件产品的一种能力属性，其行为表现为一种程度，而表现出来的程度与环境密切相关。

软件可移植性指把软件从某一环境转移到另一环境下的难易程度。为获得较高的可移植性，在设计过程中常采用通用的程序设计语言和运行支撑环境。尽量不用与系统底层相关性强的语言。可移植性测试，测试软件是否可以被成功移植到指定的硬件或软件平台上。

可移植性测试的流程依次是：移植可行性分析、分析测试需求、设计测试用例、制定测试计划、搭建测试环境、执行测试、分析测试结果。

根据可移植性测试类型与指标体系结构的对应关系，可移植性测试可以分为代码变更测试、安装测试、用户界面测试和功能测试。

(1) 代码变更测试对应系统的修改阶段。

部分系统或软件在进行移植前必须要修改部分代码来适应目标环境，代码变更测试的目标是得到代码的变更行数，这里的变更包括增加、删除和修改。

如果是可执行文件的移植，要求两方必须提供数据真实可靠的代码变更说明，给出总的源代码变更行数。

如果是源代码的移植，则按下述步骤执行代码变更测试。

- 1) 获取移植前后两个不同的源代码版本。
- 2) 以 Subversion 为例，将两组源代码添加到 SVN 仓库中。
- 3) 从仓库中 CheckOut 要统计的源代码的路径，如果在工作复制目录下进行，先进行更新，保证取出的是最新版本，以保证统计的结果准确性。
- 4) 结合 Subversion 的同步比对可以得到修改的代码行数。
- 5) 生成工作复制的 XML Log 文件供 StatSVN 解析使用。
- 6) 调用 StatSVN 的统计工作。
- 7) 查看 StatSVN 分析的结果，new 代表新增的文件，del 代表删除文件，+int 代表该文件新增的代码行数，-int 代表该文件删除的代码行数。
- 8) 综合上述结果可以得出代码比对统计报告。

(2) 安装测试在前文中有介绍，这里不再展开。

(3) 用户界面测试用于核实用户与软件之间的交互，检查用户界面的设计是否符合用户的期望或要求，界面中的对象是否按照预期的方式运行。

通常把用户界面测试与系统或软件在原环境下同时运行并比较，更容易发现目标



环境下系统或软件的用户界面与预期（或原环境下）系统或软件的用户界面不统一的地方。

主要测试内容包括：各个界面（包括界面、窗口、提示信息）风格、文字、描述是否准确，是否符合需求说明书、数据字典的要求；内容、顺序是否一致；功能键，包括“确定”“取消”“最大化”“最小化”“关闭”“上一页”“下一页”“返回首页”“退出”等是否有效、准确。

（4）功能测试即黑盒测试，这里不展开。

## 8. 易用性测试

软件的易用性是指在指定条件下使用时，软件产品被理解、学习、使用和吸引用户的能力。业务符合性测试是测试界面风格、表格设计、数据加密机制等是否符合相关的法律法规及使用人员的习惯。

易用性包含易理解、易学习、易操作，即软件产品容易被理解、学习、使用。易用性测试可遵循以下原则：

- （1）完成相同或相近功能的按钮用 **Frame** 框起来，常用按钮要支持快捷方式。
- （2）完成同一功能或任务的元素放在集中位置，减少鼠标移动的距离。
- （3）按功能将界面划分局域块，用 **Frame** 框起来，并要有功能说明或标题。
- （4）界面要支持键盘自动浏览按钮功能，即按 **Tab** 键的自动切换功能。
- （5）界面上首先应输入的信息和重要信息的控件在 **Tab** 顺序中应当靠前，位置也应放在窗口上较醒目的位置。
- （6）同一界面上的控件数最好不要超过 10 个，多于 10 个时可以考虑使用分页界面显示。
- （7）分页界面要支持在页面间的快捷切换，常用组合快捷键 **Ctrl+Tab**。
- （8）默认按钮要支持 **Enter** 操作，即按 **Enter** 后自动执行默认按钮对应操作。
- （9）可输入控件检测到非法输入后应给出说明信息并能自动获得焦点。
- （10）**Tab** 键的顺序与控件排列顺序要一致，目前流行总体从上到下，同时行间从左到右的方式。
- （11）复选框和选项框按选择几率从高到低排列。
- （12）复选框和选项框要有默认选项，并支持 **Tab** 选择。
- （13）选项数相同时多用选项框而不用下拉列表框。
- （14）界面空间较小时使用下拉框而不用选项框。
- （15）选项数较少时使用选项框，相反使用下拉列表框。
- （16）专业性强的软件要使用相关的专业术语，通用性界面则提倡使用通用性词语。
- （17）对于界面输入重复性高的情况，该界面应全面支持键盘操作，即在不使用鼠标的情况下采用键盘进行操作。

对于易用性测试还可从以下几个方面入手。

### （1）导航测试。

导航描述了用户在一个页面内的操作方式，在不同的用户接口控制之间，例如按钮、对话框、列表和窗口等；或在不同的连接页面之间。通过考虑下列问题可以决定一个应用系统是否易于导航：导航是否直观；系统的主要部分是否可通过主页存取；系统是否需要站点地图、搜索引擎或其他的导航帮助。

在一个页面上放太多的信息往往会起到与预期相反的效果。应用系统的用户趋向于目的驱动，很快地扫描一个应用系统，看是否有满足自己需要的信息，如果没有，就会很快地离开。很少有用户愿意花时间去熟悉应用系统的结构，因此，应用系统导航帮助要尽可能地准确。导航的另一个重要方面是应用系统的页面结构、导航、菜单、连接的风格是否一致。确保用户凭直觉就知道应用系统里面是否还有内容，内容在什么地方。

应用系统的层次一旦决定，就要着手测试用户导航功能，让最终用户参与这种测试，效果将更加明显。

### （2）图形测试。

在应用系统中，适当的图片和动画既能起到广告宣传的作用，又能起到美化页面的功能。一个应用系统的图形可以包括图片、动画、边框、颜色、字体、背景、按钮等。图形测试的内容包括四大部分。

1) 要确保图形有明确的用途，图片或动画不要胡乱地堆在一起，以免浪费传输时间。应用系统的图片尺寸要尽量地小，并且要能清楚地说明某件事情，一般都链接到某个具体的页面。

2) 验证所有页面字体的风格是否一致。

3) 背景颜色应该与字体颜色和前景颜色相搭配。

4) 图片的大小和质量也是一个很重要的因素，一般采用 JPG 或 GIF 压缩。

### （3）内容测试。

内容测试用来检验应用系统提供信息的正确性、准确性和相关性。信息的正确性是指信息是可靠的还是误传的。

例如，在商品价格列表中，错误的价格可能引起财政问题，甚至导致法律纠纷；信息的准确性是指是否有语法或拼写错误。

内容测试通常使用一些文字处理软件来进行，例如使用 Microsoft Word 的“拼音与语法检查”功能；信息的相关性是指是否在当前页面可以找到与当前浏览信息相关的信息列表或入口，也就是一般 Web 站点中的所谓“相关文章列表”。

### （4）主题界面测试。

整体界面是指整个应用系统的页面结构设计，是给用户的一个整体感。例如：当用户浏览应用系统时是否感到舒适，是否凭直觉就知道要找的信息在什么地方，整个应用系统的设计风格是否一致。

对整体界面的测试过程，其实是一个对最终用户进行调查的过程。一般应用系统采取在主页上做一个调查问卷的形式来得到最终用户的反馈信息。所有的可用性测试都需

要外部人员（与应用系统开发没有联系或联系很少的人员）的参与，最好是最终用户的参与。

### 29.2.7 按照测试地域划分

按照测试地域，软件测试可以划分为本地化测试和国际化测试。

#### 1. 本地化测试

本地化测试是将软件版本语言进行更改，比如将英文的 Windows 改成中文的“视窗”就是本地化。本地化测试的对象是软件的本地化版本。

本地化测试的目的是测试特定目标区域设置的软件本地化质量。本地化测试的环境是在本地化的操作系统上安装本地化的软件。从测试方法上可以分为基本功能测试、安装/卸载测试、当地区域的软硬件兼容性测试。测试的内容主要包括软件本地化后的界面布局和软件翻译的语言质量，包含软件、文档和联机帮助等部分。

#### 2. 国际化测试

国际化测试的目的是测试软件的国际化支持能力，发现软件的国际化的潜在问题，保证软件在世界不同区域中都能正常运行。国际化测试使用每种可能的国际输入类型，针对任何区域性或区域设置检查产品的功能是否正常，软件国际化测试的重点在于执行国际字符串的输入/输出功能。

国际化测试通常先于本地化测试完成。国际化测试的最有效的方法是设计评审和代码审查。

除了以上最有效的方法，还有两种基本方法使用在国际化测试之中，即针对源语言的测试和针对伪翻译版本的测试。

## 29.3 软件测试技术

本节主要讲解黑盒测试法和白盒测试法。

### 29.3.1 黑盒测试法

黑盒测试也称功能测试，它通过测试来检测每个功能是否都能正常使用。在测试中，把程序看作一个不能打开的黑盒子，在完全不考虑程序内部结构和内部特性的情况下，对程序接口进行测试，它只检查程序功能是否按照需求规格说明书的规定正常使用，程序是否能适当地接收输入数据而产生正确的输出信息。黑盒测试着眼于程序外部结构，不考虑内部逻辑结构，主要针对软件界面和软件功能进行测试。

黑盒测试是以用户的角度，从输入数据与输出数据的对应关系出发进行测试的。很明显，如果外部特性本身设计有问题或规格说明的规定有误，用黑盒测试方法是发现不了的。

### 1. 黑盒测试的流程

首先，根据用户需求报告中关于功能要求和性能指标的规格说明书，定义相应的测试需求报告，即制订黑盒测试的最高标准，以后所有的测试工作都将围绕着测试需求来进行，符合测试需求的应用程序就是合格的，反之就不合格；同时，还要适当选择测试内容，合理安排测试人员、测试时间及测试资源等。

第二步，将测试计划阶段制订的测试需求分解为若干个可执行的测试过程，并为每个测试过程选择适当的测试用例（测试用例选择的好坏将直接影响到测试结果的有效性）。

第三步，建立可重复使用的自动测试过程。

第四步，执行测试开发阶段建立的自动测试过程，并对所发现的缺陷进行跟踪管理。测试执行一般由单元测试、组合测试、集成测试、系统联调及回归测试等步骤组成，测试人员应本着科学负责的态度，一步一个脚印地进行测试。

最后一步，结合量化的测试覆盖域及缺陷跟踪报告，对于应用软件的质量和开发团队的工作进度及工作效率进行综合评价。

### 2. 黑盒测试的优点

- (1) 对于较大的代码单元来说，黑盒测试比白盒测试效率高。
- (2) 测试人员不需要了解细节，包括特定的编程语言。
- (3) 测试人员和开发人员是彼此独立的。
- (4) 从用户的角度测试，很容易被理解和接受。
- (5) 有助于暴露与任务规格不一致或者有歧义的地方。
- (6) 测试用例可以在需求规格完成之后马上执行。

### 3. 黑盒测试的缺点

- (1) 测试的只有一小部分代码，不可能测试全部输入。
- (2) 没有清楚和简明的需求规格说明书，测试用例很难设计。
- (3) 开发人员已经执行过的用例如果不告诉测试人员，那么在测试数据上会存在不必要的重复。
- (4) 很多测试路径没有测试到。
- (5) 不能直接对特定程序段进行测试。

### 4. 黑盒测试的方法

从理论上讲，黑盒测试只有采用穷举输入测试，把所有可能的输入都作为测试情况考虑，才能查出程序中所有的错误。实际上，测试情况有无穷多个，人们不仅要测试所

有合法的输入,而且要对那些不合法但可能的输入进行测试。这样看来,完全测试是不可能的,所以我们要进行有针对性的测试,通过制定测试案例指导测试实施,保证软件测试有组织、按步骤,以及有计划地进行。黑盒测试行为必须能够加以量化,才能真正保证软件质量,而测试用例就是将测试行为具体量化的方法之一。

具体的黑盒测试用例设计方法很多,包括测试区域确定法(其中又分为等价类划分法和边界值分析法)、组合覆盖法(其中又分为全组合覆盖法、成对组合覆盖法、正交实验设计法和数据覆盖法)、逻辑推断法(其中又分为因果图法、判定表法、大纲法等)和业务路径覆盖法(包括场景分析法和功能图法两种),下面依次介绍各种黑盒测试用例设计的方法。

### (1) 等价类划分法。

等价类划分法是把程序的输入域划分成若干部分(子集),然后从每个部分中选取少数代表性数据作为测试用例。每一类的代表性数据在测试中的作用等价于这一类中的其他值。该方法是一种重要的,常用的黑盒测试用例设计方法。

等价类是指某个输入域的子集合。在该子集合中,各个输入数据对于揭露程序中的错误都是等效的,并合理地假定:测试某等价类的代表值就等于对这一类其他值的测试。因此,可以把全部输入数据合理划分为若干等价类,在每一个等价类中取一个数据作为测试的输入条件,就可以用少量代表性的测试数据取得较好的测试结果。等价类划分有两种不同的情况:有效等价类和无效等价类。

- 有效等价类指对于程序的规格说明来说是合理的、有意义的输入数据构成的集合。利用有效等价类可检验程序是否实现了规格说明中所规定的功能和性能。
- 无效等价类与有效等价类的定义恰巧相反。

设计测试用例时,要同时考虑这两种等价类。因为,软件不仅要能接收合理的数据,也要能经受意外的考验,这样的测试才能确保软件具有更高的可靠性。

下面给出 6 条确定等价类的原则。

1) 在输入条件规定了取值范围或值的个数的情况下,则可以确立一个有效等价类和两个无效等价类。

2) 在输入条件规定了输入值的集合或者规定了“必须如何”的条件(的情况下),可以确立一个有效等价类和一个无效等价类。

3) 在输入条件是一个布尔量的情况下,可以确定一个有效等价类和一个无效等价类。

4) 在规定了输入数据的一组值(假定  $n$  个),并且程序要对每一个输入值分别处理的情况下,可确立  $n$  个有效等价类和一个无效等价类。

5) 在规定了输入数据必须遵守的规则的情况下,可确立一个有效等价类(符合规则)和若干个无效等价类(从不同角度违反规则)。

6) 在确认已划分的等价类中各元素在程序处理中的方式不同的情况下,应将该等价类进一步划分为更小的等价类。

在确立了等价类后，可建立等价类表，列出所有划分出的等价类。然后从划分出的等价类中按以下三个原则设计测试用例。

- 1) 为每一个等价类规定一个唯一的编号。
- 2) 设计一个新的测试用例，使其尽可能多地覆盖尚未被覆盖地有效等价类，重复这一步直到所有的有效等价类都被覆盖为止。
- 3) 设计一个新的测试用例，使其仅覆盖一个尚未被覆盖的无效等价类，重复这一步直到所有的无效等价类都被覆盖为止。

等价类划分法设计测试用例步骤如下所示。

第一步，划分等价类并编号。

第二步，为有效等价类设计测试用例。

第三步，为每一个无效等价类至少设计一个测试用例。

## **(2) 边界值分析法。**

边界值分析法是一种黑盒测试方法，是对等价类划分方法的补充。人们从长期的测试工作经验得知，大量的错误是发生在输入或输出范围的边界上，而不是在输入范围的内部。因此针对各种边界情况设计测试用例，可以查出更多的错误。使用边界值方法设计测试用例应当选取正好等于、刚刚大于或刚刚小于边界的值作为测试数据。

例如，在软件测试中，假定  $X$  为整数， $10 \leq X \leq 100$ ，用边界值分析法，那么针对  $X=9$ 、 $X=10$ 、 $X=100$ 、 $X=101$  的情况都要进行测试。

基于边界值分析方法选择测试用例的原则如下所示。

- 1) 如果输入条件规定了值的范围，则应取刚达到这个范围边界的值，以及刚超过这个范围边界的值作为测试输入数据。
- 2) 如果输入条件规定了值的个数，则用最大个数、最小个数、比最小个数少一、比最大个数多一的数作为测试数据。
- 3) 根据规格说明如果输入条件规定了值的范围，那么使用原则 1)。
- 4) 根据规格说明如果输入条件规定了值的个数，那么使用原则 2)。
- 5) 如果程序的规格说明给出的输入域或输出域是有序集合，则应选取集合的第一个元素和最后一个元素作为测试用例。
- 6) 如果程序中使用了一个内部数据结构，则应当选择这个内部数据结构的边界上的值作为测试用例。
- 7) 分析规格说明，找出其他可能的边界条件。

## **(3) 组合覆盖法。**

为了尽可能减少测试用例，使各个被测元素中的各类测试数据组合都至少被执行一次，可以使用组合覆盖法。

## **(4) 全组合覆盖法。**

全组合覆盖是设计尽可能少的测试用例，使各个被测元素中的各类测试数据组合都被至少执行一次。全组合覆盖法是覆盖率很高的覆盖法。

### (5) 成对组合覆盖法。

成对组合覆盖法也叫两两组合覆盖法，它基于以下基本事实：

- 1) 软件系统的故障往往是由一些难以预料的系统因素及其相互作用而引起的。
- 2) 我们必须在数量庞大的各种组合情况和有限的资源之间做出一种科学、优化的选择。

3) 研究发现，20%~40%的软件故障是由某个系统参数引发的，而大约 70%的软件故障是由一个或两个参数的作用引起的，这其中 20%~40%的软件故障是由某两个参数的相互作用引发的。

4) 两两组合覆盖法是一种覆盖任意单个系统因素、任两个系统因素间的组合，以及尽可能多的覆盖多个因素间组合的方法，因此，两两组合覆盖法具有很重要的应用价值。

使用成对组合覆盖法设计测试用例有两个步骤，第一步是构造对偶表，第二步是填写对偶表。

### (6) 正交实验设计法。

正交实验设计法又叫正交排列法，它能够使用最小的测试过程集合获得最大的测试覆盖率。当可能的输入数据或者输入数据的组合数量很大时，由于不可能为每个输入组合都创建测试用例，可以采用这种方法。

下面给大家列举一个例子。

在一个窗体中有多个控件（字体、字符样式、颜色、字号），每个控件有多个取值。字体：宋体、楷体、黑体。字符样式：粗体、斜体、下划线。颜色：红色、绿色、黄色。字号：四号、五号、六号。在测试时，要考虑这些控件的组合情况，组合量非常大（ $3^4=81$  种组合情况）。由于组合量太大，不可能为每一种组合都创建测试用例。采用正交排列法可以实现用最少的测试用例集合获得最大的测试覆盖率。

正交表是一种特制的表，一般的正交表记为  $L_n(m^k)$ ：

式中， $n$  是表的行数，也就是需要测试组合的次数； $k$  是表的列数，表示控件的个数（因素的个数或因子个数）； $m$  是每个控件包含的取值个数（各因素的水平数，即各因素的状态数）。例如， $L_9(3^4)$  有 4 个控件，每个控件有 3 个取值，9 为需要测试的组合个数。

使用正交排列法分析字符属性设置程序（如上面的案例），使用步骤分为四步。

步骤一：根据所测程序中控件的个数及每个控件的取值个数，选取一个合适的正交排列表。4 个控件分别是字体、字符样式、颜色、字号；每个控件有 3 个取值；选择  $L_9(3^4)$  正交排列表。

步骤二：把控件及其取值列举出来，并对取值进行编号。

步骤三：把控件及其取值映射到正交排列表中。把正交排列表中的 A、B、C、D（因子）分别替换成 4 个控件。把每列中的 1、2、3（状态）分别换成这个控件的 3 个取值，排列顺序按表中给出的顺序。

步骤四：根据映射好的正交排列表编写测试用例

正交表的每一行表示一种组合，对应编写一条测试用例。依此类推，把映射好的正交排列表中的每一行，转换成一条测试用例，这样上面的例子就可以写出 9 条测试用例。正交排列表是经过严格的数学推理得来的，也就是说这 9 条用例是最优的。这是进行测试的最少组合数量，但是，在测试中有 72 种（ $81-9$ ）组合没有测试到。当然，如果时间允许，应该再补充一些用例。因为遗漏的组合越多，存在缺陷的可能性就越大。

使用正交排列法的局限性有两点：其一，目前常见的正交排列表只有等水平正交表和混合水平正交表两种中给出的几种，即使是已有的正交排列表，基本都要求每个控件中取值的个数要相等，这是在实际软件中很少遇到。其二，没有现成的正交排列表就无法使用正交排列法了。

通过学习正交排列法，我们学到一种测试思想，就是在从所有组合集合中选取测试数据时，应该均匀选取其中的组合作为测试用例，而不要只在某个局部选取数据。正交表的每一列中，不同的数字出现的次数相等，任意两列中数字的排列方式齐全而且均衡。

#### （7）数据覆盖法。

数据覆盖法设计尽可能少的测试用例，使每个被测元素在设计中的各类数据都至少被执行一次，这种方法是比较弱的测试覆盖法。

#### （8）因果图法。

因果图是一种常见的黑盒测试方法，因果图将输入作为因（Cause），输出或操作作为果（Effect），故称为因果图。与边界值分析法和等价类方法相比，它的优势是考虑了输入数据的组合情况。

对于因，经常用  $C_i$  表示；对于果，经常用  $E_i$  来表示。因果均有两个取值——0 和 1，0 表示某个状态不出现，1 表示某个状态出现。

因果图有四种关系和五种约束，下面分别来说明。

因果图的四种关系如下所示。

1) 恒等关系：若  $C_1$  为 1，则  $E_1$  也为 1，如图 29-1 所示。

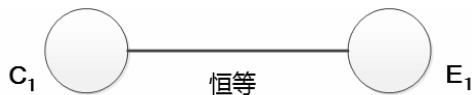


图 29-1 恒等关系

2) 非关系：若  $C_1$  为 1，则  $E_1$  为 0，否则  $E_1$  是 1，如图 29-2 所示。

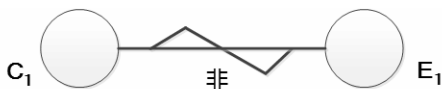


图 29-2 非关系



3) 或关系: 若  $C_1$  或  $C_2$  或  $C_3$  是 1, 则  $E_1$  是 1, 若三者都不为 1, 则  $E_1$  为 0, 如图 29-3 所示。

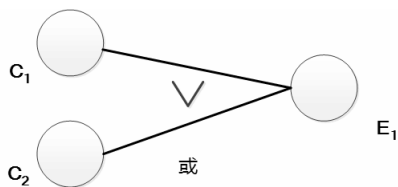


图 29-3 或关系

4) 与关系: 若  $C_1$  和  $C_2$  都是 1, 则  $E_1$  为 1, 否则若二者不全为 1, 则  $E_1$  为 0, 如图 29-4 所示。

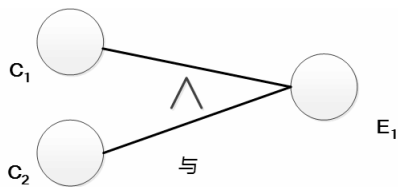


图 29-4 与关系

在因果图的五种约束中, 前四种是对 Cause 而言的, 最后一种是对 Effect 而言的, 如图 29-5 所示。

- 1) E (互斥),  $C_1$  和  $C_2$  至多有一个为 1, 即不能同时为 1。
- 2) I (包含),  $C_1$  和  $C_2$  至少有一个为 1, 即不能同时为 0。
- 3) O (唯一),  $C_1$  和  $C_2$  有且仅有一个为 1。
- 4) R (要求), 当  $C_1$  为 1 时,  $C_2$  一定为 1
- 5) M (屏蔽),  $E_1$  为 1 时,  $E_2$  强制为 0。

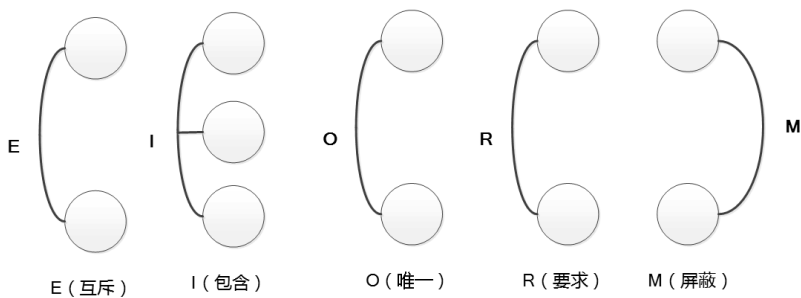


图 29-5 因果图的五种约束

因果图法设计测试用例步骤如下所示。

第一步：分析待测试系统规格，找出原因与结果。分析软件规格说明描述中，哪些是原因（即输入条件或输入条件的等价类），哪些是结果（即输出条件），并给每个原因和结果赋予一个标识符。

第二步：画出因果图。分析软件规格说明描述中的语义。找出原因与结果之间，原因与原因之间对应的关系。根据这些关系画出因果图。

第三步：标记约束或限制条件。由于语法或环境限制，有些原因与原因之间、原因与结果之间的组合情况不可能出现。为表明这些特殊情况，在因果图上用一些记号表明约束或限制条件。

第四步：把因果图转换为判定表。

第五步：用判定表中的每一项生成测试用例。

### （9）判定表法。

判定表是分析和表达多种输入条件下系统执行不同动作的工具。将复杂的逻辑关系和多种条件组合的情况表达清楚。判定表通常由4个部分组成：

- 1) 条件桩：列出系统的所有输入。
- 2) 动作桩：列出系统可能采取的操作。
- 3) 条件项：列出针对对应条件桩的取值（即在所有可能情况下的取值）。
- 4) 动作项：列出针对对应动作桩的取值情况下应该采取的动作。

判定表法主要针对功能需求中的处理过程，处理过程越复杂，就越有必要使用判定表法。判定表法充分考虑了输入条件间的组合，对组合情况覆盖充分，且可得出每个组合的预期输出。其实，做测试需求分析的目的也就是得出完整的测试用例。重测试需求分析，轻测试执行过程。

判定表法的不足：当被测试特性输入较多时，会造成判定表的规模很庞大。当输入条件间的约束条件不能有效区分输入是否需要组合测试时，有可能产生冗余，要手工剔除冗余用例。

判定表的建立步骤如下所示。

第一步：确定规则的个数。假如有 $n$ 个条件，每个条件有两个取值（0，1），故有 $2$ 的 $n$ 次方种规则。

第二步：列出所有的条件桩和动作桩。

第三步：填入条件项。

第四步：填入动作项，制定初始判定表。

第五步：简化，合并相似规则或者相同动作。

用判定表法设计测试用例的适用条件有5个。

- 1) 规格说明以判定表的形式给出，或很容易转换成判定表。
- 2) 条件的排列顺序不影响执行哪些操作。
- 3) 规则的排列顺序不影响执行哪些操作。
- 4) 当某一规则的条件已经满足，并确定要执行的操作后，不必检验别的规则。

5) 如果某一规则要执行多个操作, 这些操作的执行顺序无关紧要。

#### (10) 大纲法。

大纲着眼于需求, 为了列出各种测试条件, 将需求转化为大纲; 在根和每个叶点之间存在唯一路径, 每条路径定义了一个特定的输入条件集合, 用于定义测试用例。

大纲法涉及多个窗口, 每个窗口包含多个动作, 找到每个窗口的动作之间的联系。

#### (11) 场景分析法。

这是一个用于分析软件应用的场景, 从用户的角度出发, 从场景的角度来设计测试用例, 是一种面向用户的测试用例设计方法。

场景分析法关心用户做什么, 而不是关心产品做什么。

场景分析法的优点: 实用性强, 有效, 设计出来的用例有价值。

场景分析法的缺点: 可能使用的场景不一定能对事件系列进行全面的分析, 设计出来的用例不完整。

场景分析是通过描述流经用例路径来确定的过程, 这个流过程要从用例开始到结束遍历其中所有基本流: 直黑线表示基本流, 是最基本、最简单的路径; 备选流采用不同颜色表示, 一个备选流可以从基本流开始, 也可以重新回到基本流中, 还可以从另外一个备选流开始, 流向结束用例。

用场景分析法设计测试用例的步骤如下所示。

第一步: 根据说明画出流程图, 确定基本流和备选流。

第二步: 根据基本流和各项备选流确定场景。

第三步: 对每一个场景生成测试用例。

第四步: 对生成的所有测试用例重新复审, 去掉多余的测试用例, 测试用例确定后, 对每一个测试用例确定测试数据值。

#### (12) 功能图法。

一个程序的功能包括静态和动态说明。动态说明描述输入数据的次序或转移的次序, 它和业务流程紧密对应。静态说明描述了输入输出条件之间的对应关系。对于面向市场的产品, 其逻辑复杂、组合庞大, 必须用动态说明来补充功能说明。

功能图法使用功能图形象地表示程序的功能说明, 并机械地生成功能图的测试用例。我们在不同文档中看到的“状态迁移图”“流程图”“菜单树”, 在一定程度上都是功能图的不同表现, 不同测试人员可能对具体方法的使用稍有不同。功能图方法中的逻辑覆盖和路径测试是功能或系统水平上的, 黑盒的。

用功能图生成测试用例的过程如下所示。

1) 生成局部测试用例: 在每个状态中, 从因果图生成局部测试用例, 局部测试用例由原因值(输入数据)组合, 它与对应的结果值(输出数据或状态)构成。

2) 生成测试路径: 利用上面的规则生成从初始状态到最后状态的测试路径。

3) 测试用例合成: 合成测试路径与功能图中每个状态的局部测试用例。结果是初始状态到最后状态的一个状态序列, 以及每个状态中输入数据与对应输出数据的组合。

## 29.3.2 白盒测试法

### 1. 白盒测试的基本概念

白盒测试又称结构测试、透明盒测试、逻辑驱动测试或基于代码的测试。白盒测试是一种测试用例设计方法，盒子指的是被测试的软件，白盒指的是盒子是可视的，你清楚盒子内部的东西，以及它是如何运作的。白盒法是穷举路径测试，它全面了解程序内部逻辑结构，对所有逻辑路径都进行测试。在使用这一方案时，测试者必须检查程序的内部结构，从检查程序的逻辑着手，得出测试数据。贯穿程序的独立路径数是天文数字。

白盒测试的四大原则如下所示。

- (1) 保证一个模块中的所有独立路径至少被使用一次。
- (2) 对所有逻辑值均需测试 `true` 和 `false`。
- (3) 在上下边界及可操作范围内运行所有循环。
- (4) 检查内部数据结构以确保其有效性。

白盒测试有五大优点。

- (1) 迫使测试人员去仔细思考软件的实现。
- (2) 可以检测代码中的每条分支和路径。
- (3) 揭示隐藏在代码中的错误。
- (4) 对代码的测试比较彻底。
- (5) 最优化。

白盒测试有三大缺点。

- (1) 昂贵。
- (2) 无法检测代码中遗漏的路径和数据敏感性错误。
- (3) 不验证规格的正确性。

### 2. 白盒测试法的具体实施

根据是否在测试中运行程序可以分为静态白盒测试法和动态白盒测试法。

#### (1) 静态白盒测试法。

静态白盒测试是在不执行的条件下有条理地仔细审查软件设计、体系结构和代码，从而找出软件缺陷的过程。有时也称为结构分析。

进行静态白盒测试的首要原因就是尽早发现软件缺陷，以找出动态黑盒子测试难以揭示或遇到的软件缺陷；另一个好处是为接受该软件测试的黑盒测试员的测试案例提供思路，他们不必了解代码细节，但是根据审查备注，可以确定似乎有问题或者存在软件缺陷的特性范围。

静态白盒测试技术包括代码检查法、静态结构分析法、静态质量度量法三种方法。其一，代码检查法。

代码检查法主要检查代码和程序设计的一致性，代码结构的合理性，代码编写的标

准性、可读性，代码逻辑表达的正确性等方面。

代码检查法的检查方式包括桌面检查、代码走查、代码审查三种方式。

代码检查法的目的是检查程序是不是按照某种标准或规范编写的。它的目标是发现程序缺陷，改进软件的质量。代码检查法需要的文档有程序设计文档、程序的源代码清单、编码规范、代码缺陷检查表等。

在进行代码检查时，代码缺陷检查表就是测试用例，检查表中一般包括容易出错的地方和在以往的工作中遇到的典型错误。

代码检查法能快速找到缺陷，一旦发现错误，能够在代码中对其进行精确定位，从而降低了错误修正的成本。代码检查看到的是问题本身而非问题的征兆。但是代码检查非常耗时，而且代码检查需要知识和经验。

代码审查和走查两种方法的形成、流程一样，规程、方法不一样。具体来说，代码审查和走查都是以小组为单位阅读代码，它是一系列规程和错误检查方法的集合。审查或走查小组通常由不需要对程序细节很了解的协调人员、程序的编码人员、程序的设计人员、测试专家四人组成。两种方法都是以会议的形式进行。会议理想时长为 90~120 分钟，按照每小时阅读 150 行代码的速度进行。对大型软件应安排多个会议同时进行，每个会议处理一个或几个模块或子程序。

代码审查规程和方法，在代码审查会议上，程序作者逐条语句讲述程序的逻辑结构，参与人根据代码缺陷检查表分析程序，检查内容包括编码标准规范和错误列表。编码规范是指团队根据自己的经验和风格进行设置的一些规范。错误列表一般是代码潜在的 bug，由于某种代码写法虽然没有语法错误，但是可能存在错误，比如会导致线程锁死，这些都是错误列表应该检查的。程序员之间可以隔一定的时间抽取代码进行审查。结束会议后，把这些经验总结成列表，作为下次代码审查的依据，并针对错误修正进行跟踪。输出文档是代码检查记录表，此表主要内容包括日期、主持人、参与人员、范围、发现的问题、问题处理、跟踪检查等。

在代码走查会议上，参与者参考设计规格书使用计算机来执行代码。测试人员准备一些简单的测试用例，它的作用是提供启动代码走查和质疑程序员思路及其他设想的手段。在会议期间，把测试数据沿程序的逻辑结构走一遍，程序的状态记录在纸或白板上以供监视。在大多数的代码走查中，很多问题是在向程序员提问的过程中发现的，而不是由测试用例本身直接发现的。

桌面检查是一种传统的检查方法，由程序员检查自己编写的程序。程序员在程序通过编译之后，对源程序代码进行分析、检验，并补充相关文档，由于程序员熟悉自己的程序及其程序设计风格，桌面检查由程序员自己进行可以节省时间，但应避免主观片面性。桌面检查的效果逊色于代码检查和走查，但桌面检查胜过没有检查。

程序的结构形式是白盒测试的主要依据。研究表明，程序员大量时间花费在理解软件系统上，因为代码以文本格式被写入多重文件中，这是很难阅读理解的，需要其他一些东西来帮助人们阅读理解，如各种图表等，而静态结构分析满足了这样的需求。

其二，静态结构分析法。

在静态结构分析法中，测试者通过使用测试工具分析程序源代码的系统结构、数据结构、数据结构、内部控制逻辑等内部结构，生成函数调用关系图、模块控制流图、内部文件调用关系图、子程序表、宏和函数参数表等各类图形图标，可以清晰地标识整个软件系统的组成结构，使其便于阅读和理解，然后通过分析这些图标，检查软件有没有存在缺陷或错误。

其中函数调用关系图通过应用程序中各函数之间的调用关系展示了系统的结构。通过查看函数调用关系图，可以检查函数之间的调用关系是否符合要求，是否存在递归调用，函数的调用曾是否过深，有没有存在独立的没有被调用的函数。从而可以发现系统是否存在结构缺陷，发现哪些函数是重要的，哪些是次要的，需要使用什么级别的覆盖要求……

模块控制流图是与程序流程图相类似的由许多节点和连接节点的边组成的一种图形，其中一个节点代表一条语句或数条语句，边代表节点间控制流向，它显示了一个函数的内部逻辑结构。模块控制流图可以直观地反映出一个函数的内部逻辑结构，通过检查这些模块控制流图，能够很快发现软件的错误与缺陷。

其三，静态质量度量法。

根据 ISO/IEC9126 国际标准，静态质量度量法包括功能性（functionality）、可靠性（reliability）、可用性（usability）、有效性（efficiency）、可维护性（maintainability）和可移植性（portability）六个方面。

分类标准（criteria）：把某一软件质量分为不同的分类标准，每个分类标准由一系列度量规则组成，每个规则分配一个权重，每个分类标准的取值由规则的取值与权重值计算得出，依据结果将软件质量分为四个等级。

优秀（excellent）：符合本模型框架中的所有规则（可以接受）。

良好（good）：未大量偏离模型框架中的规则（可以接受）。

一般（fair）：违背了模型框架中的大量规则（可以接受）。

较差（poor）：无法保障正常的软件可维护性（不可以接受）。

度量规则（Metrics）：使用代码行数、注释频度等参数度量软件各种行为属性。

质量因素（Factors）：与分类标准的计算方式相似，依据各分类标准取值组合权重方法来计算，依据结果将软件质量分为四个等级，与分类标准等级内容相同。

## （2）动态白盒测试法。

动态白盒测试法可以分为覆盖测试和控制结构测试两种。

覆盖测试，包括逻辑覆盖和面向对象的覆盖。逻辑覆盖主要有语句覆盖、判定覆盖、条件覆盖、条件判定覆盖、条件组合覆盖和修正的条件判定覆盖等。

- 语句覆盖是指选择足够多的测试用例，使得运行这些测试用例时，被测程序的每个语句至少执行一次。很显然，语句覆盖是一种很弱的覆盖标准。在这些覆盖技术中，最弱的覆盖是语句覆盖。

- 判定覆盖也称为分支覆盖，它是指不仅每个语句至少执行一次，而且每个判定的每种可能的结果（分支）都至少执行一次。判定覆盖比语句覆盖强，但对程序逻辑的覆盖程度仍然不高。
- 条件覆盖是指不仅每个语句至少执行一次，而且使判定表达式中的每个条件都取得各种可能的结果。条件覆盖不一定包含判定覆盖，判定覆盖也不一定包含条件覆盖。
- 同时满足判定覆盖和条件覆盖的逻辑覆盖是条件判定覆盖。它的含义是，选取足够的测试用例，使得判定表达式中每个条件的所有可能的结果至少出现一次，而且每个判定本身的所有可能结果也至少出现一次。
- 条件组合覆盖是指选取足够的测试用例，使得每个判定表达式中条件结果的所有可能组合至少出现一次。显然，满足条件组合覆盖的测试用例，也一定满足条件判定覆盖。因此，条件组合覆盖是上述 5 种覆盖标准中最强的一种。然而，条件组合覆盖还不能保证程序中所有可能的路径都至少遍历一次。
- 修正的条件判定覆盖需要足够的测试用例来确定各个条件能够影响到包含的判定结果。首先，每个程序模块的入口和出口都要考虑至少被调用一次，每个程序的判定到所有可能的结果值要至少转换一次。其次，程序的判定被分解为通过逻辑操作符（and 和 or）连接的布尔条件，每个条件对于判定的结果值是独立的。

面向对象的覆盖包括继承上下文覆盖和基于状态体的上下文覆盖。

控制结构测试，包括基于路径的测试和循环测试。

基于路径的测试是从一个程序的入口开始，执行所经历各个语句的完整过程。从广义的角度讲，任何有关路径分析的测试都可以被称为路径测试。

循环测试从本质上说是为了检查循环结构的有效性。通常，循环可以划分为单循环、嵌套循环、串接循环和非结构循环 4 类。

### （3）其他白盒测试方法。

程序插桩是在保证被测程序原有逻辑完整性的基础上在程序中插入一些探针（又称为探测仪，本质上就是进行信息采集的代码段，可以是赋值语句或采集覆盖信息的函数调用），通过探针的执行并抛出程序运行的特征数据，通过对这些数据的分析，可以获得程序的控制流和数据流信息，进而得到逻辑覆盖等动态信息，从而实现测试目的的方法。

程序变异测试是一种在细节方面改进程序源代码的软件测试方法。这些所谓的变异是基于良好定义的变异操作，这些操作或是模拟典型应用错误（例如使用错误的操作符或者变量名字），或是强制产生有效地测试（例如使得每个表达式都等于 0）。目的是帮助测试者发现有效测试，定位测试数据的弱点，或者在执行中很少（或从不）使用的代码的弱点。

## 29.4 测试管理

### 29.4.1 测试管理概述

现代软件开发都离不开测试，如何管理好测试工作变得越来越重要。其实可以把测试看成一个项目，测试也要关注目标、进度、成本、质量、人力资源、风险等因素。既然项目需要管理，测试也需要管理，这样才能发挥测试的作用。

### 29.4.2 测试管理的内容

测试管理的主要内容包括以下 8 个方面。

- (1) 明确测试目标。
- (2) 测试团队管理。
- (3) 测试过程监控。
- (4) 测试风险管理。
- (5) 测试沟通管理。
- (6) 测试资源的管理。
- (7) 测试规范的制定
- (8) 测试绩效考核的制定和考评。

### 29.4.3 测试监控

在测试活动中，我们需要定期测量和监控测试的进展情况和目标达成状况，识别测试计划的偏差，以便在必要时采取纠正措施，确保测试目标达成。

测试监控的内容包括五大方面。

#### 1. 测试用例执行的进度

用已经测试完的用例和用例总数进行对比可以测算测试用例执行的进度。值得说明的是，测试用例执行进度只能说明用例执行的进度，无法表示测试的成功率。

#### 2. 缺陷的存活时间

缺陷的存活时间是从缺陷发现的时间点到缺陷最终被解决的时间点之间的时间段。这个时间能表明缺陷修改的效率。

#### 3. 缺陷的趋势分析

通过使用统计工具，如趋势图，可以发现缺陷的趋势，如果发现缺陷越来越少，趋近于 0，则说明调试效果佳，可以考虑结束测试了。如果相反，则要从以下角 3 个度来



考虑改进了。

- (1) 代码修改引发了新缺陷。
- (2) 前一版本的测试覆盖率存在问题，最近的测试发现了原来未发现的缺陷。
- (3) 必须先修改某些缺陷后才能继续测试，然后才能发现其他缺陷。

#### 4. 缺陷分布密度

缺陷分布密度为一项需求的总缺陷数和该需求的测试用例总数的比值。

如果某项需求的缺陷密度明显高于其他需求，则需要考虑以下情况：

- (1) 该功能需求是否过于复杂。
- (2) 该需求的设计、实现是否有问题。
- (3) 分配给该项的开发资源是否不足。

#### 5. 缺陷修改质量

缺陷修改质量可以用于评价开发部门修复缺陷的质量，如果某项功能修改后，缺陷修改质量值比较高，则测试部门应当及时通知开发部门。

缺陷修改质量为每次修改后发现的数量（包括重现的缺陷和由修改所引起的新缺陷）。

### 29.4.4 配置管理

本书配置管理章节会对项目的配置管理做详细说明。在测试中如果遇到下列问题，就需要考虑是否是配置管理出现了问题。

- (1) 缺陷只在测试环境中出现，无法在开发环境中重现。
  - (2) 已经修复的缺陷重新检测出来。
  - (3) 发布程序在内部确认测试中测试通过，但是发布时却发生系统运行失效的情况。
- 出现以上 3 种问题的原因如下所示。

- (1) 测试环境配置的复杂性。
- (2) 测试产品与开发产品之间的密切关系。
- (3) 开发人员在处理新的开发任务时又间接修复了缺陷。
- (4) 开发人员漏提交待测试的源码。
- (5) 公共参数、基础数据、配置文件未进行配置管理。
- (6) 上线的源码版本组合为未经测试的版本组合。

为了避免上述问题发生，可以考虑选取适合的配置管理工具；整理配置项，明确相应的管理流程；将配置项作为一个整体进行配置管理；增加发布前验收测试环节；采用并行开发方式区分不同的开发活动；明确角色和职责。

### 29.4.5 测试风险管理

如何进行风险管理可以参考项目风险管理章节,这里主要列举测试过程中可能发生的风险。

- (1) 需求风险。
- (2) 测试用例风险。
- (3) 缺陷风险。
- (4) 代码质量风险。
- (5) 测试环境风险。
- (6) 测试技术风险。
- (7) 回归测试风险。
- (8) 沟通协调风险。
- (9) 其他不可预计的风险。

### 29.4.6 测试人员的绩效考核

测试主要是由测试人员展开,所以如何对其进行考核,提高他们的工作绩效是测试管理的重点。

#### 1. 工作内容考核

测试的工作内容很多,对于这些工作过程的考核能帮助测试工作顺利进行。测试工作的主要包括五大方面。

- (1) 开发过程的测试工作,如参与需求评审和设计评审,从测试角度来提出改善建议。
- (2) 测试文档的准备工作,测试用例的设计。
- (3) 测试过程能否发现复杂问题,发现问题后描述问题的清晰程度。
- (4) 尽量在测试阶段发现问题,而不是等到产品上市后让用户去发现问题。
- (5) 测试人员沟通能力也是考核的内容,好的沟通能提高工作效率。

#### 2. 工作效率和质量的考核

工作效率和质量的考核内容包括测试用例开发的效率、测试工作质量、测试执行的工作效率等。

- (1) 通过文档产出率、用例产出率两大指标来考核测试用例开发的效率。
  - 文档产出率。这个指标可以考察单位时间内测试用例文档的编写效率,可以用测试文档用例的页数与编写测试用例花的时间比值来考核。
  - 用例产出率。这个指标补充文档产出率的不足,是用用例的数量来比编写用例的时间来考核工作效率。
- (2) 通过以下指标来考查测试工作质量。

- 需求覆盖率。用于查看测试用例是否能覆盖所有功能点，计算方法是测试用例的数量和功能点个数的比值，比值低于 100%说明有些功能没有被覆盖到，这个时候就需要考虑是否这些功能存在无法测试的情况。
- 文档质量。文档质量需要通过评审来判断。通过评审和同行评审可以发现文档的缺陷，将缺陷数量和文档页数进行对比。这个指标越低越好。
- 文档有效率。这个指标也是衡量文档的质量的，与上面的指标不同的是，它是通过使用测试用例时发现的系统测试缺陷数除以文档页数。
- 用例有效率。基于好的用例能发现更多的对缺陷的假设。用例有效率是用发现的缺陷总数除以测试用例的总数。数值越大说明有效率越高。
- 评审问题数。每次设计评审的问题数量也可以作为测试人员发现问题的深入层次的指标。

(3) 通过以下指标来衡量测试执行的工作效率。

- 执行效率。这个指标有两个计算公式，可以是单位时间内执行了多少页测试用例，也可以是单位时间内执行了多少个测试用例。用于测试执行的效率考查。当然不是测试得越快越好，不能只用这一个指标来考核测试。
- 进度偏离度。该指标用于衡量测试计划时间和实际时间的偏离程度，用偏离的时间和总时间对比计算。
- 缺陷发现率。这个指标通过计算单位时间内发现的缺陷个数来考查测试人员的执行效率，如果比值太低说明测试人员能力不够。

介绍一下测试执行中工作质量的相关指标。

缺陷数。即发现的缺陷个数，这个指标的主观性比较强，所以用缺陷值指标来补充。缺陷值就是先给不同的缺陷的严重程度进行分级排序，然后赋予不同的权值，用加权求和的方式来计算缺陷值。例如，重大缺陷一个算两个，即给重大缺陷的数量乘以 2；而微小缺陷两个算一个，即给微小缺陷乘以 0.5，加权后再求和来计算缺陷值。

有效缺陷数/率，并非所有被测试人员发现的缺陷都能被接受，所以有必要用有效的缺陷数和发现的全部缺陷数进行对比，这个比值越接近 1，说明测试人员的工作越认真。

严重缺陷率。这个比率用于弥补发现缺陷率的不足。一般这个比率越高说明测试的质量越好。通常严重程度缺陷分布是呈正态分布的。

模块缺陷率。可以把一个模块单独拿出来测试，用发现的缺陷个数和其功能点对比，比值就是模块缺陷率。模块缺陷率可以用来横向比较不同测试人员的水平差异。如果模块缺陷率很低，有可能是这个模块的测试人员的水平不够高。

遗漏缺陷率，用来说明测试效率的高低，计算方式为用发布后线上故障数除以线上故障加发布前测试出来的故障之和。

bug 发现的时间点也是测试指标之一，缺陷越早发现越好。一般情况缺陷随时间推移会逐渐减少，如果越来越多则说明前期测试效率有问题。

缺陷定位和可读性。查看缺陷描述和问题定位。如果一个测试人员只会通过页面将

现象表达出来，而无法定位这种现象是由什么引起的，或者无法定位该缺陷到底错在何处，那么可以判定测试人员只是做了简单的表面测试，并没有对所发现问题进行分析定位。比如，一般系统都会有报表，那么当测试人员发现报表数据不对时，应明确定位该类报表现在统计的是哪些数据，而正确的结果应该统计哪些数据。可读性一般都不会有问题，每个测试部都会有缺陷提交的统一规范。

### 3. 对自动化测试人员效率的度量

自动化测试是指运用既有的测试工具或开发相应的测试程序进行测试。使用自动化测试可以帮助测试人员做到的有：

- (1) 提高测试执行的速度，实现提供测试效率。
- (2) 保证测试结果的准确性，排除手工操作的错误，即保证测试的质量。
- (3) 模拟现实环境下受约束的情况。

引入自动化测试可以提高测试执行速度、提供运行效率、保证测试结果的准确性，但不能解决所有测试活动都自动化完成的问题，因为自动化测试只能将重复性劳动进行模仿和复制，当我们需要人工智能干预测试的时候，自动化测试就完成不了。

自动化测试，特别是性能测试结束后，需要分析抽检测试结果，测试结果的分析水平也可以作为衡量测试效率的一个指标。

### 4. 测试项目负责人效率的度量

- (1) 是否及早介入项目，测试介入越早越好。
- (2) 把关测试的进入准则，不能让开发人员把明显属于自己能发现的错误交给测试人员来发现，这样会影响测试效率。
- (3) 合理规划测试任务。
- (4) 监控测试任务的进展。

### 5. 测试管理的度量

(1) 计划质量。这个指标用于衡量测试计划的水平，可以用测试计划评审发现的缺陷数量除以测试计划文档的页数来计算。

(2) 成本质量。测试是一项有资源投入的工作，所以成本管控也很重要。成本质量计算方式为测试活动计划工作量除以测试活动实际工作量。这个数值趋近于 1 是合适的，越小越糟糕。

### 6. 考核注意事项

考核要有数据做支撑，不能单纯凭主观判断。

考核可以分阶段进行，不用等到项目结束才做。另外要进行充分的横向比较，这样才能考核出水平，有目的的提高。

考核的目的是激励，所以不能过于倚重某一个指标，需要综合考虑。

考核需要体现合理性和公正性，赏罚分明才能有效促使质量工作的进步。

# 第 30 章 信息安全知识

## 30.1 信息系统安全策略

### 30.1.1 信息安全策略的概念

策略即“可以实现目标的方案集合”。一个目标的实现和一个项目的完成是一样的，都需要考虑很多因素。

在信息安全系统工程体系中，信息系统安全策略是指在一个组织内指导如何对包括敏感信息在内的资产进行管理、保护和分配的规则和指示。确定并实施安全策略是组织的一项重要使命，也是组织进行有效安全管理的基础和依据。由于安全策略是信息系统安全保障的核心和起点，因此在构建安全的信息系统之前，制订明确和合理的安全策略就成为关键。信息安全具有相对的概念，安全策略制订工作的主要任务就是收集目标系统的最小安全需求，对其进行形式化处理，整理成一套安全策略的基本原则。在安全策略制订过程中必须考虑可行性和成本效益，也就是说，除了要考虑安全策略的可操作性，还要明确由这些安全策略所带来的附加开销能够得到管理层的理解和支持，以便加强、维护网络和系统的安全。

由于信息系统在企事业单位运营过程中的地位越来越重要，信息系统安全策略的制定必须由组织的最高行政长官或部门授权完成。信息系统安全策略不是高管一个人的事情，组织的全员都需要参与讨论和修订。

安全策略的四大特性是科学性、严肃性、非二义性和可操作性。

既然策略是可以实现目标的方案集合，那么为了实现目标方案，我们必须确定以下 7 个方面，即“七定”。

- (1) 定方案，即确定安全策略解决方案。
- (2) 定岗，确定有专门的岗位来管理信息系统安全，比如制定信息安全的岗位，制定信息安全的部门。
- (3) 定位，指确定方位，确定场所或界限。
- (4) 定员，确定具体行动的执行人员。
- (5) 定目标，确定信息安全策略的具体目标。
- (6) 定制度，由信息安全处或相关管理部门负责制定信息安全制度。

(7) 定流程，在定制度和定流程的过程中，还要明确一些关键岗位和人员。

### 30.1.2 建立安全策略注意事项

#### 1. 信息安全服务于信息应用

信息系统的应用离不开安全保护，但是失去应用的安全也是没有意义的，信息系统的安全保障也需要系统资源开销，如果开销过大影响正常功能的使用就本末倒置了，所以如何权衡二者之间的关系非常重要。

#### 2. 信息安全风险管理的度

绝对没有风险的信息系统是不存在的，所以只能根据系统的重要程度追求适度的安全，系统安全都是相对的，没有绝对的安全，只有在合理程度或允许范围内的风险。

#### 3. 适度安全的定义

所有的安全都需要付出代价，但是我们不可能为了安全付出无法承受的代价，这就需要我们权衡安全风险事故发生产生的损失和为了保障安全而投入的代价之间的大小。如果刚好安全代价和安全风险相等，我们就说这是两者之间的“平衡点”。

“平衡点”不是固定不变的，可能随着时间和地域的不同而产生变化。所以安全是一个动态的观念。

#### 4. 短板效应

短板效应又叫木桶定律，即一只水桶能装多少水取决于它最短的那块木板。同理安全风险的各个要素都很重要，任何一个安全风险事故的发生都会造成系统的损失。但是，要理解安全管理在所有要素中的地位又是最重要的，如果安全管理出现漏洞，其他安全措施即使投入再多也无济于事。

#### 5. 信息系统安全保护等级

根据（GB 17859-1999）《计算机信息系统安全强制性标准》，信息系统被划分为 5 个安全保护等级。

第一级，用户自主保护级。

本级的计算机信息系统可信计算机通过隔离用户与数据，使用户具备自主安全保护的能力。它具有多种形式的控制能力，对用户实施访问控制，即为用户提供可行的手段，保护用户和用户组信息，避免其他用户对数据的非法读写与破坏。

第二级，系统审计保护级。

与用户自主保护级相比，本级的计算机信息系统可信计算机实施了粒度更细的自主访问控制，它通过登录规程、审计安全性相关事件和隔离资源，使用户对自己的行为负责。

第三级，安全标记保护级。

本级的计算机信息系统可信计算机具有系统审计保护级的所有功能。此外，还提供有关安全策略模型、数据标记，以及主体对客体强制访问控制的非形式化描述，具有准确地标记输出信息的能力，能消除通过测试发现的任何错误。

第四级，结构化保护级。

本级的计算机信息系统可信计算机建立于一个明确定义的形式化安全策略模型之上，它要求将第三级系统中的自主和强制访问控制扩展到所有主体与客体。此外，还要考虑隐蔽通道。本级的计算机信息系统可信计算机必须结构化为关键保护元素和非关键保护元素。计算机信息系统可信计算机的接口也必须明确定义，使其设计与实现能经受更充分的测试和更完整的复审。第四级加强了鉴别机制，支持系统管理员和操作员的职能，提供了可信设施管理，增强了配置管理控制，系统具有相当大的抗渗透能力。

第五级，访问验证保护级。

本级的计算机信息系统可信计算机满足访问监控器需求。访问监控器本身是抗篡改的，必须足够小，能够分析和测试。为了满足访问监控器的需求，计算机信息系统可信计算机在其构造时，排除那些对实施安全策略来说并非必要的代码。在设计和实现时，从系统工程角度将其复杂性降到最低。支持安全管理员职能，扩充审计机制，当发生与安全相关的事件时发出信号。提供系统恢复机制，系统具有很高的抗渗透能力。

以上五个等级的适用范围如表 30-1 所示。

表 30-1 信息系统安全保护等级适用范围

等级	适用范围
第一级	普通内联网用户
第二级	通过内联网或国际网进行商务活动，需要保密的非重要单位
第三级	地方各级国家机关、金融单位机构、邮电通信、能源与水源供给部门、交通运输、大型工商与信息技术企业、重点工程建设等单位
第四级	中央级国家机关、广播电视部门、重要物资储备单位、社会应急服务部门、科技企业、国家重点科研单位和国防建设等部门
第五级	国防关键部门和依法需要对计算机信息系统实施特殊隔离的单位

2007 年，公安部等四部位通知印发《信息安全等级保护管理办法》，这个办法根据信息系统受到破坏后的影响程度将信息系统的安全保护等级分为以下五级：

第一级，信息系统受到破坏会对公民、法人和其他组织的合法权益造成损害，但不损害国家安全、社会秩序和公共利益。

第二级，信息系统受到破坏会对公民、法人和其他组织的合法权益产生严重损害，或者对社会秩序和公共利益造成损害，但不损害国家安全。

第三级，信息系统受到破坏会对社会秩序和公共利益造成严重损害，或者对国家安全造成损害。

第四级，信息系统受到破坏会对社会秩序和公共利益造成特别严重的损害，或者对国家安全造成严重损害。

第五级，信息系统受到破坏会对国家安全造成特别严重的损害。

对各个安全保护等级的监管办法的规定如下所示。

信息系统运营、使用单位依据本办法和相关技术标准对信息系统进行保护，国家有关信息安全监管部门对其信息安全等级保护工作进行监督管理。

第一级信息系统运营，使用单位应当依据国家有关管理规范和技术标准进行保护。

第二级信息系统运营，使用单位应当依据国家有关管理规范和技术标准进行保护。国家信息安全监管部门对该级信息系统信息安全等级保护工作进行指导。

第三级信息系统运营，使用单位应当依据国家有关管理规范和技术标准进行保护。国家信息安全监管部门对该级信息系统信息安全等级保护工作进行监督、检查。

第四级信息系统运营，使用单位应当依据国家有关管理规范、技术标准和业务专门需求进行保护。国家信息安全监管部门对该级信息系统信息安全等级保护工作进行强制监督、检查。

第五级信息系统运营，使用单位应当依据国家管理规范、技术标准和业务特殊安全需求进行保护。国家指定专门部门对该级信息系统信息安全等级保护工作进行专门的监督和检查。

### 30.1.3 安全策略设计原则

#### 1. 8个总原则

- (1) 主要领导人负责原则。
- (2) 规范定级原则。
- (3) 依法行政原则。
- (4) 以人为本原则。
- (5) 注重效费比原则。
- (6) 全面防范、突出重点原则。
- (7) 系统、动态原则。
- (8) 特殊的安全管理原则。

#### 2. 10个特殊原则

- (1) 分权制衡原则。
- (2) 最小特权原则。
- (3) 标准化原则。
- (4) 成熟的先进技术原则。
- (5) 失效保护原则。



- (6) 普遍参与原则。
- (7) 职责分离原则。
- (8) 审计独立原则。
- (9) 控制社会影响原则。
- (10) 保护资源和效率原则。

### 30.1.4 信息安全方案

完整的信息安全方案包括但是不限于以下内容。

(1) 确定的体系架构, 体系架构可能是 MIS+S、S-MIS 或 S<sup>2</sup>-MIS 的任一种, 它们差别很大, 需要根据具体需求来确定。

(2) 确定的业务和数据存储方案。

(3) 确定的网络拓扑结构。星型结构和总线型结构的安全级别是不同的。

(4) 基础安全设施和主要安全设备的选型。

(5) 确定的业务应用信息系统安全级别。这个级别可以根据《计算机信息系统安全强制性标准》来确定。

(6) 系统资源投入档次。上述的确定都需要资源的投入, 包括资金和人员。

决定信息系统安全方案的因素包括以下四个。

(1) 各种选型, 包括主要硬件设备、操作系统和数据库、网络拓扑结构、数据库存储方案和存储设备、安全设备和应用软件开发平台。

(2) 供货商和集成商的选择。

(3) 业务运营与安全管理职责划分。

(4) 应急处理方案的确定及责任人。

## 30.2 信息安全系统工程

### 30.2.1 信息安全系统工程概述

信息安全系统工程 (Information Security System Engineering, ISSE) 是对信息系统建设中涉及的多种要素, 按照系统论的科学方法进行的一种安全工程。随着我国近年对电子政务、电子商务的大力建设, 信息安全建设问题越来越突出, 如何评价资产, 如何分析风险, 如何选择安全产品等一系列问题摆在面前。同时人们也越来越认识到, 一个中型或大型系统的安全建设不只是安全产品的简单堆叠, 而且是信息安全保障问题, 需要综合考虑系统中存在的人、管理、技术和运行等因素和环节。于是, 人们提出要用系统安全工程的思想来解决安全问题。

系统安全工程是一个非常复杂的过程，技术性和政策性都非常强。按照信息安全工程的思想来保证信息系统的安全，就要从安全体系的构成、安全基线的划分、安全风险的评估、安全策略的制订、安全工程的实施，以及安全系统管理等方面入手来解决各种问题。在这种情况下，需要有规范的方法和标准来指导系统安全的整个开发过程，于是系统安全工程这一新兴学科蓬勃发展。

信息安全系统工程与信息系统本身的关系需要区分一下，信息系统是由计算机硬件、网络和通信设备、计算机软件、信息资源、信息用户和规章制度组成的以处理信息流为目的的人机一体化系统。

信息系统工程即建造信息系统的工程，这包括了信息安全系统工程和业务应用信息系统工程。业务应用信息系统工程是为了达到建设好应用信息系统所组织实施的工程，一般称为信息系统集成项目工程，它是信息系统工程的一部分。而信息安全系统工程是为了达到建设好信息安全系统的特色需要而组织实施的工程，它是信息系统工程的一部分。

过程（Process）是指为了达到某一给定目标而执行的一系列活动，这些活动可以重复、递归和并发地执行。ISSE 过程分为工程过程、风险过程和保证过程。

### 1. 工程过程

ISSE 的工程和其他工程活动一样是一个包括概念、设计、实现、测试、部署、运行、维护、退出的完整过程。ISSE 的实施必须紧密地与其他系统工程进行合作。

对于信息安全问题，创建信息安全解决方案一般包括识别可能选择的方案，然后评估决策选择哪种方案。将这个活动与工程过程的其他活动相结合，不但要解决方案的安全问题，还需要考虑成本、性能、技术风险、使用的简易性等因素。

### 2. 风险过程

风险是有害事件发生的可能性及其危害后果。ISSE 的一个主要目标就是降低信息系统运行的风险。风险管理具体内容可以参考本书项目风险管理的相关章节。

### 3. 保证过程

ISSE 非常重要的产品就是保证过程，保证过程指的是安全需求得到满足的可信程度。

保证的形式很多，ISSE 可信度来自于 ISSE 实施过程可重复性的结果质量。这种可信度的基础是组织的成熟性，成熟的组织比不成熟的组织更可能产出重复的结果。

正确的措施和有效的部署可以提高组织的可信度，强大的安全机制也可以发挥作用，但是它的作用受到保护级别和安全保证程度的制约。

以上 3 个过程统统实现了 ISSE 过程结果要达到的安全目标。

## 30.2.2 信息安全系统

信息安全系统是基于 OSI 网络模型，通过安全机制和安全服务达成信息安全的系

统。安全机制是提供某些安全服务，利用各种安全技术和技巧形成的一个较为完善的结构体系。安全服务是为网络中的各个层次提供信息应用系统需要的安全服务支持。网络模型、安全机制、安全服务应用到一起会产生信息系统需要的安全空间，安全空间包括五大属性：认证、权限、完整、加密、不可否认。

信息安全空间包括安全机制、OSI 网络模型、安全服务 3 个维度。

### 1. 安全机制

安全机制的主要内容如下所示。

(1) 基础设施实的安全。机房、场地、设施、动力系统、安全预防和灾难恢复等物理设施上的安全。

(2) 平台安全。操作系统漏洞检测与修复、网络基础设施漏洞检测与修复、通用基础应用程序漏洞检测与修复、网络安全产品部署，这些是软件环境平台的安全。

(3) 数据安全。涉及数据的物理载体与传播媒介、数据本身权限、数据完整性、可用性、数据监控和审计、数据备份存储。

(4) 通信安全。涉及通信线路基础设施、网络加密设施、通信加密软件、身份鉴别机制、安全通道和安全协议漏洞检测等。

(5) 应用安全。涉及业务的各项内容，程序安全性测试、业务交互防抵赖测试、访问控制、身份鉴别、备份恢复、数据唯一性、一致性和防冲突检测、数据保密性、数据可靠性、数据可用性等业务级别的安全机制内容。

(6) 运行安全。涉及程序应用运行之后的维护安全内容，包括应急处置机制、网络安全监测、网络安全产品运行监测、定期检查评估、系统升级补丁提供、最新安全漏洞和通报、灾难恢复机制、系统改造管理、网络安全技术咨询等。

(7) 管理安全。涉及应用使用到的各种资源的管理，包括人员、培训、应用系统、软件、设备、文档、数据、操作、运行、机房等。

(8) 授权和审计安全。授权安全是向用户和应用程序提供权限管理和授权服务，负责向业务应用系统授权服务管理、用户身份到应用授权的映射功能。审计安全是信息安全系统必须支持的功能特性，主要是检查网络内活动用户、侦测潜在威胁、统计日常运行状况、异常事件和突发事件的事后分析、辅助侦查取证。

(9) 安全防范体系。企业信息安全资源综合管理，含六项功能：预警、保护、检测、反应、回复、反击。

### 2. OSI 网络模型

第二个维度是 OSI 网络模型，信息系统的运用离不开网络，而信息安全系统可以通过网络上的多层不同协议来保证安全。

### 3. 安全服务

安全服务的主要内容有 6 点。

- (1) 对等实体认证服务。交互双方进行身份认证，以防假冒。
- (2) 数据保密服务，防止非法获取。
- (3) 数据完整性服务，防止非法修改、删除或丢失。
- (4) 数据源点认证服务，用于确保数据发自真正的源点，防止假冒。
- (5) 禁止否认服务。包括不得否认发送、不得否认接收。
- (6) 犯罪证据提供服务。

为了实现以上 3 个维度，需要用到的主要安全技术有下面 6 种。

(1) 加密技术。它是确保数据安全的保密措施，利用技术手段把重要的数据变为乱码（加密）传送，到达目的地后再用相同或不同的手段还原（解密）。加密技术包括两个元素：算法和密钥。在网络环境中，密钥的管理非常重要。

(2) 数字签名技术，参考 PKI 证书的作用的相关章节。

(3) 访问控制技术，见相应章节。

(4) 数据完整性技术，数据完整性有可能会受到传输中的信道干扰和非法入侵的篡改、病毒感染的破坏。通过纠错编码和差错控制可以应对信道干扰，而对付非法入侵可以采用报文认证的技术。针对病毒可以通过病毒实时检测来发现。数据单元的完整性和数据单元序列的完整性是数据完整性及时包含的两种方式。

(5) 认证技术，见相应章节。

(6) 数据挖掘技术。数据挖掘技术不仅可以运用在大数据技术里面，针对信息安全也可以在早期通过数据挖掘发现隐患，将犯罪扼杀在萌芽阶段并及时修补不健全的安全防范体系。

### 30.2.3 信息安全系统架构体系

在实施信息系统的安全保障系统时，应严格区分信息安全保障系统的三种不同架构：MIS+S、S-MIS 和 S<sup>2</sup>-MIS。

#### 1. MIS+S 系统

MIS（Management Information System）+S（Security）系统为“初级信息安全保障系统”或“基本信息安全保障系统”。顾名思义，这样的系统是初等的、简单的信息安全保障系统。这种系统有 3 个特点。

- (1) 应用基本不变。
- (2) 硬件和系统软件通用。
- (3) 安全设备基本不带密码。

#### 2. S-MIS 系统

S（Security）-MIS（Management Information System）系统为“标准信息安全保障系统”。顾名思义，这样的系统是建立在全世界都公认的 PKI/CA 标准的信息安全保障

系统。这种系统有 4 个特点。

- (1) 硬件和系统软件通用。
- (2) PKI/CA 安全保障系统必须带密码。
- (3) 应用系统必须根本改变。
- (4) 主要的通用的硬件、软件也要通过 PKI/CA 认证。

### 3. S<sup>2</sup>-MIS 系统

S<sup>2</sup> (Super Security) -MIS (Management Information System) 系统为“超安全的信息安全保障系统”。顾名思义, 这样的系统是建立在绝对安全的信息安全保障系统。它不仅使用全世界都公认的 PKI/CA 标准, 同时硬件和系统软件都使用专用的安全产品。可以说, 这样的系统是当今所有安全、密码产品之大成。这种系统有 3 个特点。

- (1) 硬件和系统软件都专用。
- (2) PKI/CA 安全保障系统必须带密码。
- (3) 应用系统必须根本改变。

从上述 3 种系统架构的特点就能看出, 3 个架构的保障级别是差异很大的, 自然成本方面也相差很多, S<sup>2</sup>-MIS 系统成本最高, 保障能力也是最高; 而 MIS+S 系统成本最低, 保障能力最低。

无论采用哪种安全系统架构, 信息安全系统从项目启动开始就需要严格保密, 一般不允许外单位参加, 而且参与建设该信息安全系统的所有成员都必须签订严格的保密协议。

## 30.2.4 信息安全系统的工程基础

信息安全系统工程的建设涉及的干系人非常多, 包括业主、业主的客户、集成商、安全产品开发者、密码研制单位、独立评估者和其他相关组织。因此建立信息系安全全工程的协调工作非常重要, 信息安全系统工程活动还和硬件工程、软件工程、通信及网络工程、数据存储与灾备工程、系统工程、测试工程、密码工程、企业信息化工程密切相关, 相对而言信息安全系统工程比其他工程更复杂。

信息安全系统工程的建设也离不开安全管理, 应该吸纳安全管理的成熟规范部分。安全管理可能包括物理安全、计算机安全、网络安全、通信安全、输入输出产品的安全、操作系统的安全、数据库系统的安全、数据安全、信息审计安全、人员安全、管理安全和辐射安全。

## 30.2.5 信息安全系统工程体系结构

过去人们在开发安全产品过程中往往只重视产品的标准化问题, 却忽视了开发过程本身的标准化。如何提高开发过程的能力, 如何能使过程本身标准化、规范化, 引起了

人们的重视。目前大部分产品开发采取矩阵式的管理模式,即平时按一般组织形式管理,一旦有项目就由各部门人员组成项目小组。项目的成败是由小组成员的能力决定的,这是一种基于个人能力的组织管理模式。这种管理模式不足之处在于,一旦项目组的主要成员中途离开就可能造成整个项目拖延甚至使项目停止运作。整个项目的运行过程对于开发商来说近乎黑箱运作。当这个项目成功后,开发商难以让其他成员共享他们的经验,因为开发过程主要靠人的思维,而人的思维是不断变化的,即使同一个人两次开发同一个项目,也会有所不同。为了改变这种状况,一个不同于以往的概念逐渐被接受,即一个单位的开发和生产能力取决于该单位的过程能力。这种过程能力是整体的能力而不是个人的能力。要建立一个规范的过程并通过政策保证过程的执行,从而使项目的执行不再是一个黑箱子,项目管理者可以清楚地知道项目是按规定的过程进行的。其中所设定的过程可能有缺陷,但存在的问题可以在执行的过程中反映出来,在该过程执行一段时间后,可根据反映出来的问题不断完善这个过程。周而复始就能使这个过程逐渐完善和成熟。伴随着过程的成熟,开发商的能力也不断成熟。

基于上述思想,美国国家安全局(NSA)于1993年4月提出了一个专门应用于系统安全工程的能力成熟度模型的构想 ISSE-CMM。它的基本思想是建立和完善一套成熟的、可管理的、可控制的、有效的和可度量的安全工程过程。该模型定义了一个安全工程过程应有的特征,这些特征是完善安全工程的根本保证。ISSE-CMM 及其评定方法汇集了业界范围内常见的实施方法,提供了一套包括政府及产业的标准度量体系,确保了在处理硬件、软件、系统和组织安全问题的工程实施活动后,能够得到一个完整意义上的安全结果。在以下安全活动过程中,ISSE-CMM 已成为公认的标准规范。这些活动包括四个方面。

- (1) 整个工程的生命周期过程,包括开发、运行、维护和结束。
- (2) 整个组织过程,包括各种管理、组织和工程活动。
- (3) 与其他工程规范和标准的交流,包括其他系统、软件、硬件、人的因素和检测工程规范等。
- (4) 与其他组织的交流活动,包括信息获取、系统管理、认证、授权和评价等活动。

此外,ISSE-CMM 还用于改进安全工程实施的现状,以达到提高安全系统、安全产品和服务的质量和可用性,并降低成本的目的。

## 30.2.6 ISSE-CMM 的体系结构

### 1. ISSE-CMM 中包含的过程域

为了将安全工程思想变为一种有效的工程规范,在 ISSE-CMM 模型中,定义了 22 个安全方面的过程域 PA (Process Areas),并将每个过程域按其能力由低到高分 0~5 共 6 个级别,在每个过程域中提出了要控制和达到的目标。为了实现这些目标,在每个过程域中又包括许多具体的基本实施 BP (Basic Practice)。这些基本实施规范了工作流

程,是保证过程目标有效控制的重要手段。按照解决问题的不同,过程域可以分为三类:工程过程域、项目过程域和组织过程域。

在项目过程域中包括 5 个过程,它们分别为 PA12——质量保证,PA13——配置管理,PA14——项目风险管理,PA15——技术成果的监控,PA16——技术成果的计划。

在组织过程域中包括 6 个过程,它们分别为 PA17——定义与组织系统工程过程,PA18——提高组织系统工程过程,PA19——产品线进展管理,PA20——系统安全工程支持环境管理,PA21——提供在研的技术和知识,PA22——与供应商协调。这两类过程域虽然并不直接同系统安全相关,但它们通过和安全过程域的协调来保证安全工程的实施。

PA01 到 PA11 都属于工程过程域,主要内容如表 30-2 所示。

表 30-2 ISSE-CMM 工程过程域的内容

有关项目 过程域标号	过程域名称	过程域目标	过程域描述	基本实施个数
PA01	安全机制控制	正确使用和设定安全控制机制	将系统应有的安全功能综合到设计过程中	包括 4 个 BP
PA02	影响评估	识别和描述出系统安全的影响因素	评估影响的可能性,包括有形和无形的损失	包括 6 个 BP
PA03	安全风险评估	达到对风险的正确理解,并对风险因素进行优先级排序	确认和评估风险发生的可能性,其中风险来自威胁、脆弱性和影响	包括 6 个 BP
PA04	威胁评估	确定出对系统安全的威胁因素	找出威胁的特点和性质	包括 6 个 BP
PA05	脆弱性评估	正确理解在一定环境下的系统脆弱性	进行系统分析,找出系统的具体脆弱性并对其进行整体评估	包括 5 个 BP
PA06	安全证据建立	提供满足客户安全需求的证据	安全证据是一系列安全保证目标的组合	包括 5 个 BP
PA07	安全协调	所有的成员都要加入安全工程中,与安全有关的决策要及时交流和沟通	安全活动不能孤立地进行,必须使各方通过有效的手段进行协调	包括 4 个 BP
PA08	安全态势监视	与安全有关的内外事件都要检测出来,根据安全需要改变安全状况	保证系统可能存在的威胁安全的缺陷和错误都被检测和报告出来	包括 7 个 BP
PA09	提供安全输入	所有的问题都要从安全的角度来考察,确定安全输入方案	为系统结构、设计者、执行者和用户提供安全信息	包括 6 个 BP

续表

有关项目 过程域标号	过程域名称	过程域目标	过程域描述	基本实施个数
PA10	确定安全需求	使包括客户在内的各方取得安全方面的共识	将安全需求具体化, 为了满足政策、法律和标准等而确定基本需求	包括 7 个 BP
PA11	安全测试与验证	使方案满足系统安全需求和客户操作安全需求	通过对安全需求和体系结构及设计方法的分析、论证和审核来证实和确认安全	包括 5 个 BP

## 2. ISSE-CMM 系统安全工程

在工程进行中可以根据不同的目标确定采用不同的过程域, 通过提高过程的能力来保证系统、产品或服务的安全性。ISSE-CMM 将系统安全工程分为三类, 它们是风险过程、安全过程和信任度过程。其中, 风险过程是指对要实施安全工程的系统进行风险分析, 分析各种可能对系统构成威胁的影响因素、系统本身的脆弱性, 以及如果威胁因素起作用可能对系统造成的影响。工程过程是指工程队伍根据风险分析的结果、有关系统需求、可应用的法律法规和方针政策等信息, 同客户一起识别和定义系统的安全需要, 在综合考虑包括成本、性能、技术风险和使用难易程度等各种因素和各种替代方案之后创建出解决方案, 然后用该方案指导安全系统的开发和建设, 并对系统进行不间断的监测, 以保证风险不至于增大到不能接受的程度。信任度过程是指对安全工程过程和质量结果进行测试和验证, 从而得出系统安全是否可信的结果。随着这三个过程的不断执行, 工程队伍的过程能力也不断成熟。

### 30.2.7 ISSE-CMM 的过程能力水平

过程能力由一组通用实施 (Generic Practices, GP) 来衡量, GP 由被称为公共特性的逻辑域组成。GP 是对所有工程过程都通用的工程实践。按照工程队伍对通用实施的执行情况, 可以将每个过程域按能力的高低分成 5 个级别, 即从 Level 1 级到 Level 5 级。

**Level1 级, 非正规实施级。**所有的基本实施在一定程度上都能被执行, 然而对过程能力缺少连续的计划和跟踪。过程的完善能力仍然取决于个人的知识和努力程度。产品质量和生产效率由工程队伍的所有人员的出色工作来保证。由于过程的执行还主要靠经验, 对执行结果无明确要求, 所以执行活动的能力是不可重复和被其他过程所借鉴的。

**Level2 级, 规划和跟踪级。**由于组织的过程能力取决于安全工程基本实施的效率, 因此与基本实施有关的工作过程可以被总结和控制。它与 Level1 级能力水平的不同之处在于, 此过程中的基本实施是可以重复和被其他组织借鉴的。



**Level3 级，充分定义级。**过程中的所有基本实施应按照完善定义的规范来进行，这些规范是工程队伍根据长期经验总结出来的。它与 Level2 级能力水平的不同之处在于，定义了一个被接受的标准规范，基本的实施可以反映过程的特征，过程的能力可以直接转到其他工程活动中。

**Level4 级，量化控制级。**对每个已定义的过程和相联系的工作都设定了可度量的过程目标，可以对工程队伍和工程的进展进行定量的预测和控制。

**Level5 级，持续改进级。**从过程能力的角度看它是最高水平，在此水平下已经建立了对过程效率的定性和定量的目标，而且可以准确度量过程持续改善所获得的效益。

具体实施安全工程的工程队伍的能力直接影响安全工程本身的质量和安全可靠程度。ISSE-CMM 模型通过过程能力指标对工程队伍的能力进行评估。过程能力是通过执行工程过程所得质量结果的变化范围。所得质量结果的变化范围越小，表明执行该过程的队伍越成熟。一个工程队伍既可以通过该模型自我评估能力级别，也可以通过第三方来实施评定。

通过以上介绍可以看出，ISSE-CMM 模型是目前针对信息系统安全问题而提供的具有较高可靠性的解决方法。它既可用于对一个安全系统或安全产品的信任度测量和改善，也可用于对一个工程队伍的能力进行评定或自我改善，提高系统安全工程队伍自身的能力，从而最大限度地保证系统的相对安全性。

### 30.2.8 ISSE-CMM 的应用

ISSE-CMM 模型本身并不是安全技术模型，但它给出了信息安全系统工程需考虑的关键过程域，可指导安全工程从单一的安全设备配置转向系统地解决整个工程的风险评估、安全策略形成、安全方案提出、实施和生存周期控制等问题。

ISSE-CMM 可应用于以下组织。

(1) 信息安全的工程组织。它包括系统集成商、应用开发商、产品提供商和服务提供商等。这些组织用 ISSE-CMM 来进行自我评估。

(2) 信息安全的获取组织。即上述工程组织的客户，包括采购系统、产品，以及内外部资源和最终用户获取服务的组织，他们使用 ISSE-CMM 来判别一个供应商是否具有足够的 ISSE 能力，识别该组织公益的产品和系统的可信任度，以及完成一个工程的可信任度。

(3) 信息安全的评估组织。就是给合格组织颁发证书的组织、公证的第三方，包括认证组织、系统授权组织、系统和产品评估组织等，ISSE-CMM 就是他们工作的基础，用来建立被评审的组织的整体能力信任度。

## 30.3 PKI 公开密钥基础设施

### 30.3.1 PKI 的概述

公钥基础设施 PKI (Public Key Infrastructure)，是一种遵循既定标准的密钥管理平台，它能为所有网络应用提供加密和数字签名等密码服务及密钥和证书管理体系。简单来说，PKI 技术就是利用公钥理论和技术建立的提供信息安全服务的基础设施。

公钥体制是目前应用最广泛的一种加密体制。在这一体制中，加密密钥与解密密钥各不相同，发送信息的人利用接收者的公钥发送加密信息，接收者再利用自己专有的私钥进行解密。这种方式既能保证信息的机密性，又能保证信息具有不可否认性。为了使公开密码系统得以顺利运作，必须设法将公钥与其持有人紧密结合并证明某一公钥确实为某人或某机构所拥有。利用可信赖的第三方机构——证书机构 CA (Certificate Authority) 作为密钥管理与验证机构，以签发数字证书方式证明公钥的效力。此外，所有辅助公开密码系统使用与应用服务的工作，均可视为公开密钥基础设施的一部分。

数字证书是把公钥及公钥的拥有者绑定在一起的数字文件，CA 利用自己的私钥签名用户证书，而 CA 的公钥证书则是广泛发布的，从而使用户可以利用公证机关的证书来验证别的用户的证书。证书依据其用户分为两类：用于加密的证书和用于数字签名的证书。当然，也有既用于加密又用于数字签名的证书。

就目前来看，PKI 基础设施是比较成熟、完善的网络安全解决方案。具体说来，PKI 是一个颁发和管理用户密钥的系统，所有的 PKI 都应该具有以下两个基本操作。

(1) 发放证书：将公开密钥与个人、组织或其他实体，以及类似于许可证或凭据的信息捆绑在一起。

(2) 确认证书：判断一个证书是否可以被正确使用。

### 30.3.2 基于 X.509 的 PKI

X.509 是目前唯一已经实施的 PKI 系统，下面详细介绍基于 X.509 标准的 PKI 系统。基于 X.509 的 PKI 由以下各部分组成。

#### 1. 认证机关 CA

CA 是证书的签发机构，它是 PKI 的核心。构建密码服务系统的核心内容是如何实现密钥管理。在公钥体制中，由于私钥由持有者秘密掌握，因此密钥管理主要是公钥的管理问题，目前较好的解决方案是引进证书机制。CA 是这样一个可信的机构，它对任何一个主体的公钥（即证书）进行公证，证明主体的身份，以及主体与公钥的匹配关系，并保证该公钥的可靠性、合法性和可用性。

## 2. 证书库

证书库是证书的集中存放地，它与网上“白页”类似，是网上的一种公共信息库，用户可以从此获得其他用户的证书和公钥。X.509 PKI 建议采用支持 LDAP 协议的目录系统构造证书库，用户或相关的应用通过 LDAP 来访问证书库。系统必须确保证书库的安全可靠性和完整性，并防止伪造、篡改证书。

## 3. 密钥备份及恢复系统

如果用户丢失了用于脱密数据的密钥，则密文数据将无法被脱密，造成数据丢失。为避免这种情况的出现，PKI 应该提供备份与恢复脱密密钥的机制。密钥的备份与恢复应该由可信的机构来完成。值得强调的是，密钥备份与恢复只能针对脱密密钥，签名私钥不能够做备份。

## 4. 证书作废处理系统

证书作废处理系统是 PKI 的一个重要组件。同日常生活中的各种证件一样，证书在 CA 为其签署的有效期以内也可能需要作废。例如，A 公司的职员 a 辞职离开公司，这就需要终止 a 职员的证书的生命期。为实现这一点，PKI 提供多种作废证书策略机制。

作废证书一般通过将证书列入作废证书表（CRL）来完成。通常，系统中由 CA 负责创建并维护一张及时更新的 CRL，而由用户在验证证书时负责检查该证书是否在 CRL 之列。证书的作废处理必须在安全及可验证的情况下进行，系统还必须保证 CRL 的完整性。

## 5. 客户端应用接口系统

X.509 PKI 要求客户端应用接口系统，为各种应用提供跨平台、安全、一致、可信的与 PKI 交互的方式，同时要屏蔽密钥管理的细节。

以上各部分集成成了一个系统，由相应的权威机构监督和管理，就是人们通常所说的认证中心、证书服务中心或 CA 中心等。

# 30.3.3 数字证书

## 1. 数字证书

通常所说的数字证书、CA 证书、数字标识多指的是 X.509 身份证书。该证书类似于身份证明，它能简单地鉴别一个实体（在证书中被称为主体，Subject）和公钥的对应关系，因为其中列出了该实体的公钥。以下介绍 X.509 身份证书的典型内容。

(1) Version: 证书的 X.509 版本号，不同版本的证书格式不同。

(2) Serial Number: 序列号，同一 CA 机构签发的证书序列号唯一。

(3) Algorithm Identifier: CA 签名算法的标识符及其必要的参数。

- Algorithm: CA 的签名算法的标识。

- Algorithm Parameters: CA 签名算法的参数。

(4) Issuer (或 Issuer name): CA 机构的标识信息, 即 CA 机构的 X.509 名字。

(5) Period of Validity: 证书有效期。

- Validity: 有效期。
- Not Before Date: 起始有效期。
- Not After Date: 截止有效期。

(6) Subject (或 Subject name): 证书持有人的标识信息, 即证书持有人的 X.509 名字。

(7) Subject Public Key (或 Subject public Key Info): 证书持有人的公钥, 包括公钥值、算法标识名及参数。

- Algorithm: 证书持有人的密钥要使用的算法的标识名。
- Parameters: 必要的参数 (如果有的话)。
- Public Key: 证书持有人的公钥值。

(8) Signature: CA 机构对证书的签名。

- Issuer Unique Identifier: 用于防止 CA 的 X.509 名字重名的标识。
- Subject Unique Identifier: 字符串, 用于防止主体的 X.509 重名。

由于后两项实现起来比较困难, 具体实现中均采用一些变通的做法。此外, X.509 的第 3 版还有证书的许多扩展特性及 CRL 的格式。

## 2. 数字证书的生命周期

数字证书不是永久有效的, 所以有其生命周期, 下面主要介绍数字证书生命周期的 6 个阶段。

(1) 安全需求确定阶段, 本阶段目的为确定数字证书的安全需求, 主要工作有:

- 标识需要证书的应用程序。
- 确定所需要的安全级别。
- 标识需要证书的用户、计算机和服务, 它们将参与信息的安全交换。
- 确定如何保护私钥。

(2) 证书登记阶段。用户和计算机通过申请获得来自 CA 的证书, 获取证书后可以参与 PKI。申请和接收一个证书的过程称为登记。申请和颁发证书的步骤如下所示。

- 生成一个密钥对。
- 收集登记信息。
- 证书申请人发送一个证书申请, 包括用户的公钥和其他需要的信息。
- 用 CA 的公钥对申请进行加密, 然后把加密的申请发送给 CA。
- 验证信息。
- 创建证书。
- 发送或邮寄证书。

(3) 证书分发阶段。证书的请求会立刻得到响应, 如果被接受则马上颁发证书并且

提示用户安装;如果被拒绝则也会告知申请者。用户可以使用证书申请向导来申请证书。证书申请向导允许用户根据用户的访问权力在不同的证书类型中进行选择。

(4) 证书撤回。当发生下列情况后,证书不再适合继续有效,需要撤回。CRL 不会撤回客户机上的所有证书,而是仅仅撤回 CRL 中指定的证书。

- 破坏了颁发证书的 CA 的安全。
- 证书的接受者离开了单位,或者接受者的雇佣状态已经发生了重大变化。
- 破坏了证书的私钥。
- 通过欺骗的方式得到了一个证书。
- 证书颁发给某个人,但是此人不再是一个受信任的伙伴。

(5) 证书更新阶段。当证书到了它的截止日期就会自动失效,所以需要进行证书更新。证书更新需要注意两点。

- 合理规划证书的生命周期,证书生命周期如果太短可能造成频繁更新,系统负担过重,证书生命周期也不能比颁发证书的 CA 自己的有效期更长。
- 通常使用一个新的密钥频繁地更新一个 CA 的证书更安全,因为这种情况下对密钥攻击的价值会降低,对单位 PKI 的伤害会更少。另外,颁发证书不是越多越好,推荐 CA 直接给用户颁发证书,而不是通过颁发给下面 CA 证书。

(6) 证书审计。

- 每个 CA 都维护一个审计踪迹,可以在认证机构管理控制台 MMC 上观察这个踪迹。审计踪迹记录了所有证书请求,也记录了已经颁发了的目前仍然有效的证书。审计踪迹还记录所有的事务处理。
- 审计踪迹让用户可以查询和定位证书的相关信息,所以它可能需要满足 CA 和单位的安全义务。
- 用户可以用审计踪迹记录来监控破坏网络的行为。
- 经过授权,用户能够通过使用认证机构网络接口来查看 CA 证书服务日志和数据库的内容。

### 3. 使用基于证书的身份验证的映射

基于证书的身份验证比基于密码的身份验证更加安全。此外,当我们将证书映射到用户账户,而不是使用基于密码的身份验证方法时,合作伙伴组织远程身份验证拨入用户服务器和用户账户数据库不转发身份验证请求。出于这些原因,证书映射增强了安全性,可显著减少用户的登录时间。

证书映射到用户账户中有两种方式:单个证书映射到单个用户账户(一对一映射)或多个证书映射到一个用户账户(多对一映射)。

(1) 一对一映射,必须执行以下任务。首先,为每个访问者创建一个用户账户。因为本身的用户账户未映射到合作伙伴组织的用户账户,用户账户名称不必与伙伴组织用

户账户数据库中的用户账户名称完全匹配。同名用户配置的本地账户，可以更轻松地配置领域操作规则。其次，将证书映射到用户账户。

（2）多对一映射，即将多个证书映射到一个用户账户。信任伙伴组织的企业根 CA 后，可以将映射到本地域中创建的一个账户由伙伴组织 CA 颁发的所有证书。此解决方案提供了方便的管理，对于许多用户来说，不用为每个访问者创建单独的用户账户。

多对一映射的证书必须执行以下步骤：执行交叉证书或合格的从属 CA 作为伙伴组织 CA 授权使用运行 Windows Server 2008、AD CS 或 Windows Server 2003、企业版和证书服务的计算机。

与 Windows Server 2008 或 Windows Server 2003 的域功能级别和运行 Windows Vista 或 Windows XP 的客户端的域建议执行交叉证书或授权合作伙伴组织 CA 为合格的从属 CA。如果域是本地 Windows 2000，建议改用证书信任列表（CTL）。

创建一个用户账户，并将合作伙伴组织证书映射到账户。

### 30.3.4 PKI 证书的作用

PKI 证书可提供下列 4 种重要的安全保证。

（1）**机密性（Confidentiality）**。文件可以用密钥加解密，以达到机密性。

（2）**完整性（Integrity）**。文件接收者通过数字签名核对可确保此文件的完整性。

（3）**不可否认性（Non-repudiation）**。因只有文件发送者知道自己的私有密钥，而且文件具有发送者的数字签名，使其无法否认发送的事实。

（4）**鉴别（Authentication）**。文件接收者可确认此文件的发送者身份。

PKI 证书所提供的机密性是指发送方将信息经接收方证书的公钥加密后的密文信息，只能由接收方用自己保存的私钥解密，任何其他人要想恢复原先信息，都是非常困难的，从而保证了通信的机密性。在加密应用中，接收者的公钥是完全公开的，任何想给接收者发送保密信息的人都可以公开、自由地得到接收者的公钥；而接收者的私钥则是严格保密的，即使加密后的信息在传送过程中被他人截取或偷听，由于他人无法得到接收方的私钥，也不能破解截取或偷听到的信息。机密性是证书最重要最基本的功能之一。用证书进行加密及解密的过程如图 30-1 所示。

数据的完整性是指信息的接受者能够检验收到的信息是否真实可靠。检验的内容包括：信息的内容是否被篡改，信息是否被重放。信息的完整性常通过数字签名技术来实现。数字签名是防止网上交易时进行伪造和欺骗的一种有效手段。发送者在自己要公布或发送的电子文档上“签名”，接收者通过验证签名的真实性来确认文档是否被篡改过。在进行签名时，发送者首先将要签名的文档进行哈希（Hash）运算，然后就可以用自己的签名私钥对 Hash 运算得出的数据进行加密签名；接收者收到签名文档后，用发送者的公钥进行解密，得到解密后的 Hash 运算结果和文档。此时，接收者只需要计算出

该文档的 Hash 运算结果并与解密得到的 Hash 运算结果进行比较,即可知道该文档的真伪。在数字签名应用中,发送者的公钥可以很方便地得到,而他的私钥则需要严格保密。数字签名的过程与加密通信过程很相似,原理如图 30-2 所示。

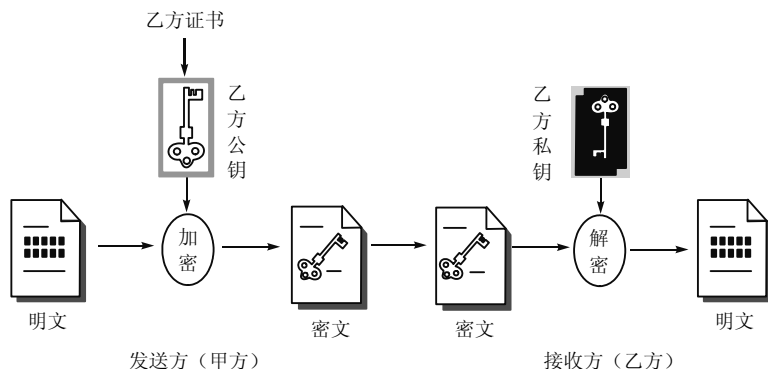


图 30-1 用证书进行加密和解密的过程

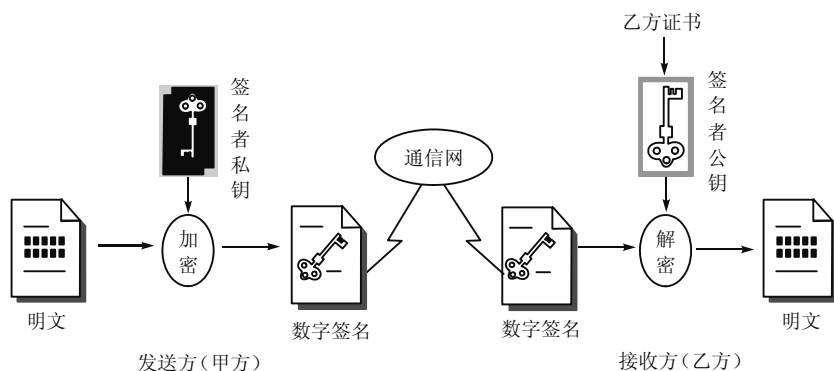


图 30-2 用证书进行数字签名

为了防止人们否认自己曾经做过的事情,PKI 做了安全而有效的防范措施。当你要进行某些机密或重要的活动时,PKI 要求你对所做的事情做数字签名,留下“指纹”,留待日后查证,以防事后抵赖。防抵赖从本质上仍然是数字签名技术的一种应用。

身份认证是数字签名技术的另一种应用,基于 CA 证书机构的权威性,其颁发的公钥证书实际上代表了证书持有人的真实身份。从某种意义上说,由于公钥证书是证书持有人的数字化身份证,而证书持有人的私有密钥与证书的公钥是一一对应的,因此用私有密钥对数据进行的加密(即数字签名),毫无疑问就代表了证书持有人对数据进行的加密。任何人收到加密数据以后,如果能够用某人的公钥证书解密数据,则表示该文件是由此证书的持有人所发送的。

PKI 技术是利用公钥理论和技术,以及传统加密技术建立的提供信息安全服务的基础设施,PKI 系统中使用的主要加密算法为 DES、Triple DES、RSA 等,主要签名算法为 MD5、SHA 等。

### 30.3.5 信任模型

信任模型是 PKI 原理中的一个重要概念，所谓信任模型就是一个建立和管理信任关系的框架。在公钥基础设施中，当两个认证机构中的一方给对方的公钥或双方给对方的公钥颁发证书时，两者间就建立了这种信任关系。信任模型描述了如何建立不同认证机构之间的认证路径，以及构建和寻找信任路径的规则。

信任模型要解决三个问题：一个实体能够信任的证书是怎样被确定的，这种信任是怎样被建立的，这种信任在什么情形下能够被限制和控制。

#### 1. 层次信任结构

层次信任结构可以描绘为一棵倒挂的树，树根在顶上，树枝向下伸展，树叶在最下面的末端。在这棵倒挂的树上，根代表一个对整个 PKI 域内的所有实体都具有特别意义的 CA，通常被称作根 CA，把它作为信任的根或称“信任锚”。在根 CA 的下面是零层或多层的中间 CA，因为是属于根的，也称作子 CA，子 CA 可作为中间节点，再伸出分支，最后是树的叶子，被称作终端实体或终端用户。

倒挂大树的根，作为树结构的始点，它不仅是网络、通信或子结构的始点，它还是信任的始点。在这个系统中的所有的实体（包括终端实体和所有的子 CA）都以根 CA 的公钥作为信任锚，即对所有证书决策的信任始点或终点，其结构如图 30-3 所示。

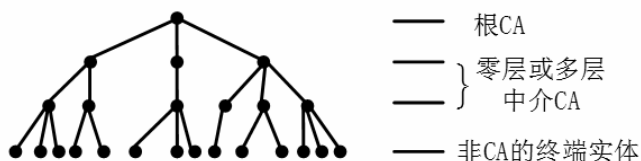


图 30-3 层次信任结构图

终端实体的认证过程：一个持有可信根 CA 公钥的终端实体甲可以通过以下过程检验另一个终端实体乙的证书。假设乙的证书是由 CA2 签发的，而 CA2 的证书是由 CA1 签发的，CA1 的证书是由 CA 签发的。

因为甲拥有根 CA 的公钥  $K_r$ ，所以能够验证 CA1 的公钥  $K_1$ ，因此可以提取出可信的 CA1 的公钥。然后，这个公钥可以被用作验证 CA2 的公钥，类似的就可以得到 CA2 的可信公钥  $K_2$ ，公钥  $K_2$  就能够来验证乙的证书，从而得到乙的可信公钥  $K$ 。甲现在即可根据乙的密钥类型是加密密钥或是签名密钥来使用密钥  $K$ 。

在层次信任结构模型中，所有实体都信任唯一的根 CA，这个层次结构有如下规则需要遵守。

- (1) 根 CA 直接为其下面（零层）的 CA 认证（或者说是为其创建和签署证书）。
- (2) 每个零层 CA 都认证 0 到多个直接在它下面的子 CA。



(3) 倒数第二层 CA 认证终端实体（非 CA 的终端实体）。

层次信任结构的优点如下所示。

- (1) 管理开销小。
- (2) 可扩展性好。
- (3) 层次结构与组织内部结构比较吻合。
- (4) 公共信任锚可以简化 CA 证书分发。
- (5) 最终实体到信任锚的路径固定，使得可以在最终实体证书中传递路径。
- (6) 支持其他方式信任模型的应用严重匮乏。

层次信任结构的缺点如下所示。

- (1) 最大的缺点也是它的优点，即只存在一个根 CA 作为公共信任锚。
- (2) 世界范围内不可能只有单个根 CA。
- (3) 商业和贸易等信任关系不必要采用层次结构。
- (4) 根 CA 私钥的泄露后果非常严重，恢复也十分困难。

## 2. 分布式信任模型结构

与在 PKI 系统中所有实体都信任唯一的一个 CA 的严格层次结构不同，分布式信任结构把信任分散到两个或更多个 CA 上。从整体系统结构上看，分布式结构由许多不同的树型结构组成，每一个树型结构都是一个小型的严格层次结构。在不同的树型结构之间，通过交叉证书的方式确定信任关系。

如果这些层次结构都是浅层的可信颁发者层次结构，那么该总体结构被称为完全同位体结构，因为所有的 CA 实际上都是相互独立的同位体（在这个结构中沒有子 CA）。而另一方面，如果所有的层次结构都是多层结构，那么最终的结构就叫满树结构（注意，根 CA 之间是同位体，但是每个根又是一个或者多个子 CA 的上级）。混合结构也是可能的（具有一个或者多个可信颁发者层次结构和一个或多个多层树型结构）。一般的，完全同位体结构是在单一组织范围内实施的，而满树结构和混合结构则是对在不同的组织范围内已经存在的相互独立的 PKI 进行互连的结果，同位体根 CA 的互连过程通常被称为是交叉认证，有两种不同的配置方法被用作交叉认证：网状配置和中心辐射配置。

在网状配置中，所有的根 CA 之间都有可能交叉认证，特别是在任何两个根 CA 之间需要安全通信时，它们就要进行交叉认证。在完全连接的情况下（有时叫完全网络），如果有  $n$  个根 CA，大约要求监理交叉认证协议，当然在实际应用中总是希望监理比完全连接要少的链接（部分网络）。根据这个配置，可以划分为交叉认证网状模型，特点是模型中每个 CA 都可以为其他的 CA 颁发证书，所以在构造信任路径时，没有一种有效机制来确定某 CA 是另一个 CA 的证书颁发者，可能在某两个节点之间存在多个信任路径，路径越长，目标节点越不值得信任，因此信任路径构造算法复杂，需要反复比较不同 CA 发布的证书，并且每一个验证者还要建立自身到信任锚的路径，路径的构造要

避免环路，并且对可能存在的多条路径，进行策略过滤和优先级设置。所以本模型很适合表示频繁变动的组织结构。

在中心辐射配置中，每一个根 CA 都与单一的用作相互连接的处于中心地位的 CA 进行交叉认证。中心辐射配置呈辐射状地与其他 CA 相连，中心 CA 有时也被称作桥 CA，其作用是沟通任何一对根 CA 之间的联系，这种配置的吸引力在于对于  $n$  个根 CA 来说完全连接时只需要  $n$  个交叉认证协议（因为每个根 CA 只要与中心进行交叉认证即可）。桥式认证模式的特点是各 CA 中心相对独立，桥 CA 的建立相对独立，风险相对分散，桥 CA 的作用只是认证范围的扩展或收缩。

交叉认证的优点如下所示。

- 很灵活，便于建立特殊信任管理，也符合商贸中的双边信任关系。
- 在任何 PKI 中，用户至少要信任其证书颁发 CA，所以建立这种信任网也很合理。
- 允许用户频繁通信的 CA 之间直接交叉认证，以降低认证路径处理量。
- CA 私钥泄露引起的恢复仅仅涉及该 CA 的证书用户。

交叉认证的缺点是认证路径搜索策略可能很复杂，用户仅提供单个认证路径不能保证 PKI 的所有用户能验证他的签名。

### 3. Web 模型

在 Web 模型中，许多 CA 的公钥被预装在正在被使用的标准浏览器上，这些公钥确定了一组 CA，浏览器用户最初信任这些 CA 并把它们作为证书检验的根。

Web 模型通过与相关域进行互连而不是扩大现有的主体群体，来使用户成为在浏览器中所给出的所有域依托方，实际上，每个浏览器厂商都有自己的根，并且由厂商认证嵌入到浏览器中的根 CA，唯一不同是根 CA 并不被浏览器厂商的根所认证，而是物理地嵌入软件来发布，作为对 CA 名字和它的密钥的安全绑定，实质上，这是一种有隐含根的严格层次结构。更准确地说，浏览器厂商是实质上的根 CA，而层次结构中下面的第一层则是所有的已嵌入的 CA 的密钥。

Web 模型在方便性和简单互操作性方面有明显的优势，然而在一定的环境下做出实施决策时，这个模型的安全问题应该被考虑。例如，因为浏览器的用户自动地信任预装的所有公钥，所以在这些跟 CA 中只要有一个坏的，安全性就被完全破坏。

另一个潜在的与 Web 模型有关的安全考虑是，没有实用的机制来撤销嵌入到浏览器中的根密钥。如果发现一个根密钥是坏的或者与根公钥对应的私钥被泄密了，使全世界无数的浏览器都有效地废止那个密钥的使用是不可能的。这部分是因为每个站点都要得到一个适当的消息实际上是很困难的，部分是因为浏览器软件本身并不能理解这些消息。

### 4. 用户为中心的信任模型

在以用户为中心的信任模型中，每个用户自己决定信任哪些证书。

Pretty Good Privacy (PGP) 是典型的以用户为中心的信任,特别是对它的更新实现。

在 PGP 中,一个用户通过担当 CA(签署其他实体的公钥)和使他的公钥被其他人所认证来建立所谓的“信任网(Web of Trust)”。

当 Alice 收到一个号称属于 Bob 的证书时,她发现这个证书是由她所不认识的 David 签署的,但是 David 的证书是由她认识并信任的 Catherine(例如 Catherine 有由 Alice 自己签署的证书)签署的。Alice 于是决定信任 Bob 的密钥(通过信任从 Catherine 到 David 再到 Bob 的密钥链),也可以决定不接受 Bob 的密钥。

### 30.3.6 PKI/CA 应用

以数字证书为核心的 PKI/CA 技术可以对网络上传输的信息进行加密和解密、数字签名和签名验证,从而保证信息除发送方和接收方外不被其他人窃取,信息在传输过程中不被篡改,接收方能够通过数字证书来确认发送方的身份,发送方对于自己的信息不能抵赖。PKI/CA 解决方案已经普遍地应用于全球范围的电子商务应用中,为电子商务保驾护航。

另外,电子政务、网上银行、网上证券、网上看病、网上学习、网上联合开发等都有 PKI/CA 的应用。PKI/CA 为虚拟社会的政策运营提供了安全保障。

### 30.3.7 PMI 与 PKI

PMI (Privilege Management Infrastructure) 即授权管理基础设施或特权管理基础设施,是属性证书、属性权威、属性证书库等部件的集合体。X.509 定义的属性证书框架提供了一个构建权限管理基础设施 (PMI) 的基础,这些结构支持类似访问控制的应用。

在过去的几年中,权限管理作为信息安全的一个领域得到快速发展,而且研究的热点集中于基于 PKI 的 PMI 研究。在 PKI 得到较大规模应用以后,人们已经认识到需要超越当前 PKI 提供的身份验证和机密性应用,步入授权应用领域。尽管 PKI 自身可以通过一定的手段提供授权访问控制的机制,但提供信息环境的权限管理还是被从 PKI 中脱离出来,成为了信息安全研究的主要目标。

这是因为 PKI 在实际应用中,存在用户数量大、角色繁多、内容不同、规则多样、策略复杂,以及上下文环境差异等问题,其引起的访问控制和授权十分复杂且难于管理,需要一种新的信息保护基础设施,来系统地建立对认证用户的授权,这就是建立在 PKI 基础上的 PMI,它对权限管理进行了较为系统的定义和描述,将权限管理研究推到了应用前沿。

PMI 以资源管理为核心,将对资源的访问控制权统一交与授权机构进行管理,即由资源的拥有者来进行访问控制。换言之,PMI 的目的就是向用户和应用程序提供授权服务管理;向应用系统提供与应用相关的授权服务管理;提供用户身份到应用授权的映射

功能；提供与实际应用处理模式相应的、与具体应用系统开发和管理无关的授权和访问控制机制。

PMI 的层次结构与 PKI 的层次结构类似，也是基于树状结构的。一般来说，其结构可分为三级：SOA 中心、AA 中心、AA 代理点。

SOA 中心：是授权管理体系的中心业务节点，是整个 PMI 的最终信任源和最高管理机构。它负责授权管理策略的管理、AA 中心的设立审核及管理，以及授权管理体系业务的规范化等工作。可通过在不同的 SOA 中心之间建立交叉认证信任链加以扩展。

AA 中心是 PMI 的核心服务节点，与 SOA 中心通过业务协议达成相互信任的关系，对属性证书进行签名及发布。它负责应用授权受理 AA 代理点的设立审核、代理点管理等工作。

AA 代理点与 AA 中心的附属机构相对应，接受 AA 中心的直接管理；有与具体应用用户的接口 PA（Policy Allocator）及 UPA（User PA）。PA 策略管理系统用于对权限策略进行管理，UPA 应用用户管理系统用于对用户权限进行管理。

属性证书（Attribute Certificate, AC）：将用户的一组属性和其他信息，通过认证机构的私钥进行数字签名，使其成为不可伪造的，用于证书的扩展。

PKI 与 PMI 比较如表 30-3 所示。

表 30-3 PKI 与 PMI 的比较

概 念	PKI 实体	PMI 实体
证书	公钥证书	属性证书
证书发行	CA	AA
证书用户	主体	拥有者
证书绑定	主体的名字和公钥	拥有者的名字和权限属性
撤销	CRL 证书撤销表	ACRL 属性证书撤销表
信任域	根 CA 或信任链	SOA（Source of Authority）
下级机构	CA	AA（Attribute of Authority）

目前，关于 PMI 系统的研究和开发还处在验证阶段，并没有统一的标准，很多国外著名的信息安全公司如 RSA、Entrust、Baltimore、IBM 等在 PMI 研究方面进行了大量的工作。政府方面也进行了相应的研究。例如，在 EU 资助下的 PERMIS 项目（Privilege and Role Management Infrastructure Standards Validation）正在进行中，并提出了一些草案，目的是验证 PMI 的适应性和可用性，并尝试标准化电子商务应用中所需的权限，以及制订描述这些权限和 PERMIS API 的 RFC；加拿大对 PMI 的研究也从纸面转向了电子验证。国内对 PMI 的研究已经开始，也已经有类似的产品出现，但是还没有应用实例。

总之，权限管理设施（PMI）是一个通过颁发属性证书来提供灵活的权限管理的基

基础设施，它的建立独立于 PKI，同时二者又存在着联系，PKI 是 PMI 的基础，而 PMI 则是 PKI 的扩展及补充。

PMI 的实施步骤依次是建立属性权威、制定授权策略、进行授权、访问控制和审计的程序编制与应用实施。

## 30.4 访问控制

### 30.4.1 访问控制技术

访问控制就是要对访问的申请、批准、执行、撤销全过程进行控制。访问控制决定一个用户或程序是否有权对某一特定资源或协同内容执行一个特定的操作（如共享、修改、签字等），以确保只有合法用户的合法访问才能得到批准，且被批准的访问只能执行授权的操作。

访问控制是信息安全保障机制的核心内容之一。为了实现访问控制，需要两个重要过程。认证过程通过鉴别来检验主体的合法身份。授权管理过程通过授权来赋予用户对某项资源的访问权限。

有 4 种访问控制授权方案：DAC、ACL、MAC 和 RBAC。

（1）DAC（Discretionary Access Control）自主访问控制，是指由用户有权对自身所创建的访问对象（文件、数据表等）进行访问，并可将对这些对象的访问权授予其他用户和从授予权限的用户收回其访问权限。

（2）ACL（Access Control List）访问控制列表方式是以文件为中心建立的访问权限表。目前，大多数 PC、服务器和主机都使用 ACL 作为访问控制的实现机制。访问控制表的优点在于实现简单，任何得到授权的主体都可以有一个访问表，例如授权用户 A1 的访问控制规则存储在文件 File1 中，A1 的访问规则可以由 A1 下面的权限表 ACLsA1 来确定，权限表限定了用户 UserA1 的访问权限。

（3）MAC（Mandatory Access Control）强制访问控制方式是指由系统（通过专门设置的系统安全员）对用户所创建的对象进行统一的强制性控制，按照规定的规则决定哪些用户可以对哪些对象进行什么样操作系统类型的访问，即使是创建者，在创建一个对象后，也可能无权访问该对象。

（4）RBAC（Role-based Access Control）基于角色的访问控制方式，DAC 或 MAC 模型的主要任务都是对系统中的访问主体和受控对象进行一维的权限管理。当用户数量多、处理的信息数据量巨大时，用户权限的管理任务将变得十分繁重且难以维护，这就降低了系统的安全性和可靠性。

对于海量的数据和差异较大的数据类型，需要用专门的系统和专门的人员加以处理，如果采用 RBAC 模型，安全管理员除了维护用户和角色的关联关系外，还需要将

庞大的信息资源访问权限赋予有限的角色。

当信息资源的种类增加或减少时，安全管理员必须更新所有角色的访问权限设置，如果受控对象的属性发生变化，需要将受控对象不同属性的数据分配给不同的访问主体处理时，安全管理员将不得不增加新的角色，并且还要更新原来所有角色的访问权限设置，以及访问主体的角色分配设置。

这样的访问控制需求变化往往是不可预知的，造成访问控制管理的难度和工作量巨大，所以在这种情况下，有必要引入基于角色的访问控制模型。

### 30.4.2 身份认证技术

身份认证就是确定用户是否合法，有两种身份认证方法：基于令牌的身份验证和 Kerberos。

(1) 验证令牌为一次性口令机制，口令仅使用一次，在同一台主机上，用户不同时间所用的口令是不同的。一个用户在注册到网络远程主机之前，必须向主机表明身份并产生一个口令表。有同步和挑战应答两种实现算法：在同步算法中，身份认证服务器 AS 负责管理用户登录，它产生一个 PIN (Personal Identification Number) 给用户，当用户使用 PIN 登录时，AS 查找内部的身份认证数据库，若得到与用户令牌中相同的 key，则用户的令牌产生一个序列，通过比较这两个序列是否相同来鉴别用户身份。在挑战应答算法中，AS 也提供一个 PIN 给用户，但它还产生一个随机数，用户将这个随机数送入令牌，令牌将其加密返回一个序列，AS 内部根据用户 PIN，找到其令牌中的 key，也加密那个随机数，如果所得序列与用户令牌所得一致，就为合法用户。

(2) Kerberos 是一种由第三方进行的，基于保密密钥的身份认证算法。Kerberos 作为被信赖的第三方分别与网络上的每一个主体 (Server 或 Client) 共同持有一个保密密钥。为了能够访问服务器，该用户必须从 Kerberos 处得到一张 ticket，由于这张 ticket 是用该服务器的密钥加密的，所以只有 Kerberos 和服务器能读懂它，因而可确定用户是否合法。

### 30.4.3 网络安全访问控制

访问控制是网络安全防范和保护的主要策略，它的主要任务是保证网络资源不被非法使用和访问。它是保证网络安全最重要的核心策略之一。访问控制涉及的技术也比较广，包括入网访问控制、网络权限控制、目录级安全控制，以及属性安全控制等多种手段。

#### 1. 入网访问控制

入网访问控制为网络访问提供了第一层访问控制。它控制哪些用户能够登录到服务器并获取网络资源，控制准许用户入网的时间和准许他们在哪台工作站入网。用户的入

网访问控制可分为三个步骤：用户名的识别与验证、用户口令的识别与验证、用户账号的默认限制检查。三道关卡中只要任何一关未过，该用户便不能进入该网络。对网络用户的用户名和口令进行验证是防止非法访问的第一道防线。为保证口令的安全性，用户口令不能显示在显示屏上，口令长度应不少于 6 个字符，口令字符最好是数字、字母和其他字符的混合，用户口令必须经过加密。用户还可采用一次性用户口令，也可用便携式验证器（如智能卡）来验证用户的身份。网络管理员可以控制和限制普通用户的账号使用、访问网络的时间和方式。用户账号应只有系统管理员才能建立。用户口令应是每个用户访问网络所必须提交的“证件”。用户可以修改自己的口令，但系统管理员应该控制对口令的以下几个方面的限制：最小口令长度、强制修改口令的时间间隔、口令的唯一性、口令过期失效后允许入网的宽限次数。用户名和口令验证有效之后，再进一步履行用户账号的默认限制检查。网络应能控制用户登录入网的站点、限制用户入网的时间、限制用户入网的工作站数量。当用户对交费网络的访问资费用完时，网络还应能对用户的账号加以限制，用户此时应无法进入网络访问网络资源。网络应对所有用户的访问进行审计。如果多次输入口令不正确，则认为是非法用户的入侵，应给出报警信息。

## 2. 网络权限控制

网络的权限控制是针对网络非法操作所提出的一种安全保护措施。用户和用户组被赋予一定的权限。网络控制用户和用户组可以访问哪些目录、子目录、文件和其他资源，可以指定用户对这些文件、目录、设备能够执行哪些操作。受托者指派和继承权限屏蔽（irm）可作为两种实现方式。受托者指派控制用户和用户组如何使用网络服务器的目录、文件和设备。继承权限屏蔽相当于一个过滤器，可以限制子目录从父目录那里继承哪些权限。我们可以根据访问权限将用户分为以下几类：特殊用户（即系统管理员）；一般用户，系统管理员根据他们的实际需要为他们分配操作权限；审计用户，负责网络的安全控制与资源使用情况的审计。用户对网络资源的访问权限可以用访问控制表来描述。

## 3. 目录级安全控制

网络应允许控制用户对目录、文件、设备的访问。用户在目录一级指定的权限对所有文件和子目录有效，用户还可进一步指定对目录下的子目录和文件的权限。对目录和文件的访问权限一般有 8 种：系统管理员权限、读权限、写权限、创建权限、删除权限、修改权限、文件查找权限、访问控制权限。用户对文件或目标的有效权限取决于以下因素：用户的受托者指派、用户所在组的受托者指派、继承权限屏蔽取消的用户权限。一个网络管理员应当为用户指定适当的访问权限，这些访问权限控制着用户对服务器的访问。8 种访问权限的有效组合可以让用户有效地完成工作，同时又能有效地控制用户对服务器资源的访问，从而加强了网络和服务器的安全性。

## 4. 属性安全控制

当用文件、目录和网络设备时，网络系统管理员应给文件、目录等指定访问属性。

属性安全在权限安全的基础上提供更进一步的安全性。网络上的资源都应预先标出一组安全属性。用户对网络资源的访问权限对应一张访问控制表，用以表明用户对网络资源的访问能力。属性设置可以覆盖已经指定的任何受托者指派和有效权限。属性往往能控制以下几个方面的权限：向某个文件写数据、复制一个文件、删除目录或文件、查看目录和文件、执行文件、隐含文件、共享等。

### 5. 服务器安全控制

网络允许在服务器控制台上执行一系列操作。用户使用控制台可以装载和卸载模块，可以执行安装和删除软件等操作。网络服务器的安全控制包括可以设置口令锁定服务器控制台，以防止非法用户修改、删除重要信息或破坏数据；可以设定服务器登录时间限制、非法访问者检测和关闭的时间间隔。

## 30.5 安全审计与分布式审计

### 30.5.1 安全审计概述

安全审计是主体对客体进行访问和使用情况进行记录和审查，以保证安全规则被正确执行，并帮助分析安全事故产生的原因。

安全审计是采用数据挖掘和数据仓库技术，实现在不同网络环境中终端对终端的监控和管理，在必要时通过多种途径向管理员发出警告或自动采取排错措施，能对历史数据进行分析、处理和追踪。

安全审计属于安全管理类产品，安全审计产品主要包括主机类、网络类及数据库类和业务应用系统级的审计产品。各类安全审计系统可在日常运行、维护中，对整个计算机网络应用系统的安全进行主动分析及综合审计。

一个安全审计系统，主要有四大作用。

(1) 震慑或警告潜在的攻击者。

(2) 对于已经发生的系统破坏行为提供有效的追究证据。

(3) 为系统安全管理员提供有时间地点的系统使用日志，从而帮助系统安全管理员及时发现系统入侵行为或潜在的系统漏洞。

(4) 为系统安全管理员提供系统运行的统计日志，使系统安全管理员能够发现系统性能上的不足或需要改进的地方。

网络安全审计的具体内容有5个。

(1) 监控网络内部的用户活动。

(2) 侦察系统中存在的潜在威胁。

(3) 对日常运行状况的统计和分析。



(4) 对突发案件和异常事件的事后分析。

(5) 辅助侦破和取证。

安全审计跟踪的功能是帮助安全人员审计系统的可靠性和安全性,对妨碍系统运行的明显企图及时报告给安全控制台,并及时采取措施。一般要在网络系统中建立安全保密检测控制中心,负责对系统安全的监测、控制、处理和审计。所有的安全保密服务功能、网络中的所有层次都与审计跟踪系统有关。

按照 ISO/IEC 17859 标准,安全审计的功能有自动响应功能、自动生成功能、分析功能、浏览功能、事件选择功能和事件存储功能 6 部分。

### 1. 自动响应功能

安全审计自动响应定义在被测事件指示出一个潜在的安全攻击时做出的响应,它是管理审计事件的需要,这些需要包括警报或行动,例如包括实时报警的生成、违例进程的终止、中断服务、用户账号的失效等。根据审计事件的不同系统将做出不同的响应。其响应方式可作增加、删除、修改等操作。

### 2. 自动生成功能

该功能要求记录与安全相关事件的出现,包括鉴别审计层次、列举可被审计的事件类型,以及鉴别由各种审计记录类型提供的相关审计信息的最小集合。系统可定义可审计事件清单,每个审计事件对应于某个事件级别,如低级、中级、高级。

产生的审计数据有以下几个方面。

- 对于敏感数据项(如口令通行字等)的访问。
- 目标对象的删除。
- 访问权限或能力的授予和废除。
- 改变主体或目标的安全属性。
- 标识定义和用户授权认证功能的使用。
- 审计功能的启动和关闭。

每一条审计记录中都应该包含时间发生的日期、时间、事件类型、主题标识、执行结果(成功或失败)、引起此事件的用户标识,以及对每一个审计事件与该事件有关的审计信息。

### 3. 分析功能

该功能定义了分析系统活动和审计数据来寻找可能的或真正的安全违规操作。它可以用于入侵检测或对安全违规的自动响应。当一个审计事件集出现或累计出现一定次数时可以确定一个违规的发生,并执行审计分析。事件的集合能够经由授权的用户进行增加、修改或删除等操作。

安全审计分析类型有 4 种。

- 潜在攻击分析。系统能用一系列的规则监控审计事件，并根据规则指示系统的潜在攻击。
- 基于模板的异常检测。检测不同等级用户的行动记录，当用户的活动登记超过其限定的登记时，应指示出此为一个潜在的攻击。
- 简单攻击试探。当发现一个系统事件与一个表示对系统潜在攻击的事件匹配时，应指示出此为一个潜在的攻击。
- 复杂攻击试探。当发现一个系统事件或事件序列与一个表示对系统潜在攻击的签名事件匹配时，应指示出此为一个潜在的攻击。

#### 4. 浏览功能

该功能要求审计系统能够使授权的用户有效地浏览审计数据。浏览功能包括：审计浏览、有限审计浏览、可选审计浏览。

审计浏览：提供从审计记录中读取信息的服务。

有限审计浏览：要求除注册用户外，其他用户不能读取信息。

可选审计浏览：要求审计浏览工具根据相应的判断标准选择需浏览的审计数据。

#### 5. 事件选择功能

系统能够维护、检查或修改审计事件的集合，能够选择对哪些安全属性进行审计，例如与目标标识、用户标识、主体标识、主机标识或事件类型有关的属性。

系统管理员将能够有选择地在个人识别的基础上审计任何一个用户或多个用户的动作。

#### 6. 事件存储功能

事件存储功能将提供控制措施以防止由于资源的不可用丢失审计数据。能够创造、维护、访问它所保护的对象的审计踪迹，并保护其不被修改、非授权访问或破坏。审计数据将受到保护直至授权用户对它进行访问。

它可保证某个指定量度的审计记录被维护，并不受以下事件的影响。

- 审计存储用尽。
- 审计存储故障。
- 非法攻击。
- 其他任何非预期事件。

系统能够在审计存储发生故障或审计存储即将用尽时采取相应的动作。

### 30.5.2 建立安全审计系统

建立信息安全审计系统在计算机网络环境下是一个全方位、多层次的复杂系统工程，它深入到计算机应用的每一个领域与技术核心，它按一定规则，在不同层次获取并

分析各种日志、记录、报告等信息资源,以如实反映系统安全情况和那里发生的所有事件,其中事关网络、系统信息安全的“网络与主机信息监测设计”“网络安全系统设备信息审计”“应用系统信息监测审计”和“系统安全评估报告”应作为安全审计系统的主体,而“物理安全日志记录”则主要为重要场所提供直接的现场审计记录和监控,可作为审计系统的辅助系统。

在全方位、多层次的安全审计系统监控下,无论谁试图从网络或基于网络向主机系统、应用系统或直接向主机系统、应用系统发起外部的、内部的、内外串联的、滥用特权的入侵和攻击,都将在安全审计系统中留下他的活动记录,如果安全审计系统能够同时和实时告警与连接阻断功能相结合或互动,就会组成一个及时响应、防审结合的纵深防御体系,将被动事后审计与实时主动防御结合起来,更有效地阻止入侵和攻击,避免系统因此而产生不应有的损失。

### 1. 利用入侵监测预警系统实现网络与主机信息监测审计

网络安全入侵监测预警系统的基本功能是:负责监视网络上的通信数据流和网络服务器系统中的审核信息,捕捉可疑的网络和服务器系统活动,发现其中存在的安全问题,当网络与主机被非法使用或破坏时,进行实时响应或报警;产生通告信息和日志。而系统审计管理人员根据这些通告信息、日志和分析结果,调整和更新已有的安全管理策略或进行跟踪追查等事后处理措施。所以,在这个层次上的入侵监测和安全审计是一对因果关系,前者获取的记录结果是后者审核分析资料的来源,或者说前者是手段,后者是目的,任何一方都不能脱离另一方单独工作。作为一个完整的安全审计需要入侵监测系统,准确提供基于网络、主机和应用系统的审核分析资料。

### 2. 对重要应用系统运行情况的审计

目前,应用系统平台主要有 Oracle、Ser server、Lotus 的 Domino/Notes (全文数据库、应用电子邮件系统),这些应用平台本身都内嵌有较为完备的信息审核机制,作为全面审计跟踪服务器上一切活动的工具,它可以实现在数据库的表、视图、目录、文档、列等不同层次,对进行 Open、Create、Update、Delete 等细粒度访问操作时的监控。但是,要使其具有良好的可读性和实时性,还需应用开发程序开发人员做大量耗时、费力的工作,这是很困难的,因为应用系统的开发、销售商一般不会把审核机制底层应用接口提供给具体应用程序开发者。在技术力量不足的情况下,最便捷的解决方法还是寻找可靠、成熟的现有技术解决,以使应用程序开发人员能够专心于程序可用性开发上,而减少对难度较大的程序安全性方面的劳动,达到缩短开发周期、快速投入应用的目的。截止目前,有四种解决方案:基于主机操作系统代理、基于应用系统代理、基于应用系统独立程序、基于网络旁路监控方式。

- 基于主机操作系统代理:将审计数据传送到主机系统审计日志。
- 基于应用系统代理:根据不同应用,设计开发不同的应用代理程序,并在相应的应用系统内运行。

- 基于应用系统独立程序: 在应用系统的内部嵌入一个与应用服务同步运行的专用的审计服务应用进程, 用以全程跟踪应用服务进程的运行。
- 基于网络旁路监控方式: 基于网络监测的安全审计实现。

### 30.5.3 分布式审计系统

网络安全审计系统是对网络系统多个层次上的全面审计。对于一个地点分散、主机众多、各种连网方式共存的大型网络, 网络安全审计系统应该覆盖整个系统, 即网络安全审计系统应对每个子系统都能进行安全审计, 这样才能保证整体安全。因此, 网络安全审计系统不但是一个多层次的审计系统, 还是一个分布式、多 Agent 结构的审计系统。多层次审计是指整个审计系统不仅能对网络数据通信操作进行底层审计(如网络上的各种协议), 还能对系统和平台(包括操作系统和应用平台)进行中层审计, 以及为应用软件服务提供高层审计。

分布式审计系统包括审计中心、审计控制台和审计 Agent 三部分。

#### 1. 审计中心

审计中心是基于数据库平台的一种软件, 采用数据库方式进行审计数据管理和系统控制, 并在无人看守的情况长期运行。它的作用是对整个审计系统的数据进行集中存储和管理, 并进行应急响应。

#### 2. 审计控制台

分布式审计系统可以有多个审计控制台同步运行, 它们提供给管理员用于对审计数据进行查阅, 对审计系统进行规划设置和实现报警的功能。

#### 3. 审计 Agent

审计 Agent 是直接同被审计网络和系统连接的部件, 不同的审计 Agent 完成不同的功能。审计 Agent 将报警数据和需要记录的数据自动报送到审计中心, 并由审计中心进行统一的调度管理。审计 Agent 主要可以分为网络监听型 Agent、系统嵌入型 Agent、主动信息获取型 Agent 等。

对于网络监听型 Agent, 需要运行在一个网络监听专用硬件平台上, 在系统中, 该硬件被称为网探, 根据所处的网络平台的不同, 网探分为百兆网探、千兆网探。网络监听型 Agent 包括入侵检测 Agent、典型应用 Agent、流量检测 Agent、文件共享 Agent、主机服务 Agent。

系统嵌入型 Agent 是安装在各个受保护的主机上的安全保护软件, 这些软件实现基于主机的安全审计和监督管理。系统嵌入型 Agent 的主要功能是收集系统日志信息和系统内部重要事件信息, 监视主机资源和性能, 发现异常运转时杀除异常进程。发现主机中异常代码。审查电子邮件, 发现并终止垃圾邮件的发生, 发现非法邮件发出报警信息。

过滤 Web 浏览内容，自动删除不良内容。强制实现系统的审计。

主动信息获取型 Agent 主要实现针对一些非主机类型的设备的日志收集，如防火墙、交换机、路由器等。这些设备一般以硬件和固化型的软件提供营养，不支持在其操作系统上进行软件开发和嵌入软件模块，所以针对这些设备的日志收集需要采用主动信息收集的方法。

主动信息获取型 Agent 主要采用以下手段进行信息获取。

- (1) 通过 SNMP 的 TRAP 方式。
- (2) 通过定时的 MIB 轮巡，获取关键参数。
- (3) 通过定时的 Telnet script 获取数值。
- (4) 通过 Console 口定时运行操作终端 script 来获取参数。
- (5) 通过管理接口，如 HTTP 方式的管理来获取参数。
- (6) 通过一些联动接口，如 OPSEC 接口获取参数。
- (7) 通过 syslog server 的方式获取日志信息。

主动信息获取型 Agent 将根据预先设置的 script 和运行参数，对收集的信息进行过滤、格式化，以提供统一的日志格式。

# 参 考 文 献

- [1] PMI. 项目管理知识体系指南. 第 5 版. 北京: 电子工业出版社, 2013.
- [2] 中国项目管理委员会. 中国项目管理知识体系与国际项目管理专业资质认证标准. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [3] 白思俊. 现代项目管理. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [4] 吴之明, 卢有杰. 项目管理引论. 北京: 清华大学出版社, 2000.
- [5] 张立友. 项目管理核心教程与 PMP 实战. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [6] 戚安邦. 项目管理学. 第 2 版. 天津: 南开大学出版社, 2014.
- [7] 邓世忠. IT 项目管理. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [8] 薛四新, 贾郭军. 软件项目管理. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2010.
- [9] 张家浩. 软件项目管理. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [10] 韩万江, 姜立新. 软件开发项目管理. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [11] 王强. IT 软件项目管理. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [12] 谭志彬, 柳纯录. 信息系统项目管理师教程. 第 3 版. 北京: 清华大学出版社, 2017.
- [13] 雷明. 超越混沌: 有效管理软件开发项目. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [14] 周伯生, 冯学民, 樊东平. 统一软件开发过程. 北京: 机械工业出版社, 2002.
- [15] (美)科兹纳. 杨爱华等译. 项目管理: 计划、进度和控制的系统方法. 第 11 版. 北京: 电子工业出版社, 2014.
- [16] 袁义才, 陈军. 项目管理手册. 北京: 中信出版社, 2001.
- [17] 邹东涛. 哈佛模式·项目管理. 北京: 人民日报出版社, 2001.
- [18] 何来喜, 赵享云. 直接目标项目管理. 北京: 中国经济出版社, 1999.
- [19] 卢有杰. 现代项目管理学. 第 4 版. 北京: 首都经济贸易大学出版社, 2014.
- [20] 丁荣贵. 项目管理: 项目思维与管理关键. 北京: 机械工业出版社, 2004.
- [21] 杨晓燕, 任树芳, 王虹等. 项目管理反模式诊断, 软件开发常见错误规避. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [22] 戚安邦. 项目论证与评估. 第 2 版. 北京: 机械工业出版社, 2009.
- [23] 席相霖. 快速软件开发, 有效控制与完成进度计划. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [24] 苏伟伦. 项目策划运用管理. 北京: 中国纺织出版社, 2005.
- [25] 全国计算机与软件专业技术资格(水平)考试办公室. 信息系统项目管理师考试大

- 纲. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [26] 6 $\sigma$ 工作室. PMP 成功之路. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [27] 张友生. 计算机数学与经济管理基础知识. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [28] 刘慧. IT 执行力——IT 项目管理实践. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [29] 金英勋, 杨磊. 如何准备 PMP 考试. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [30] 刘孟仁. 能力成熟度模型 (CMM): 软件过程改进指南. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [31] 毕星等. 项目管理. 上海: 复旦大学出版社, 2000.
- [32] 戴炼. 项目管理办公室解决方案. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [33] 吴吉义. 如何优化软件企业项目管理. 中国系统分析员. 2005.
- [34] 计算机软件质量保证计划规范. <http://edu.csai.cn/std/zbzjhgf.html>.
- [35] 魏江. 管理沟通—理念与技能. 北京: 科学出版社. 2001.
- [36] 陈飞. 项目客户关系管理研究. <http://www.uml.org.cn/xmgl/200506031.html>.
- [37] 陆美娜, 王忠民, 王志敏等. 软件需求. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [38] 徐哲一, 武一川. 战略管理 10 堂课. 广州: 广东经济出版社, 2004.
- [39] 张东生, 李艳双. 企业战略管理. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [40] 方圆. 怎样做需求分析. <http://www.educity.cn/se/107888.html>.
- [41] 杨波等. 信息技术、系统与服务的外包. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [42] 贾月娥. CRM 三大支柱: 销售市场营销和客户服务. 中国客户关系管理网.
- [43] 黄群慧, 张艳丽. 管理信息化: 新世纪生产管理变革的主线. 广州: 广东经济出版社, 2001.
- [44] 徐渊. 公司再造. 上海: 上海译文出版社, 1997.
- [45] 汤茂义. 企业管理咨询理论与方法新论. 北京: 企业管理出版社, 1999.
- [46] 余菁. 企业再造: 重组企业的业务流程. 广州: 广东经济出版社, 2000.
- [47] 余伟萍, 陈进. 企业业务流程建模法—DEMO 方法. 西安: 情报杂志, 2001.
- [48] 吴添祖. 技术经济学概论. 北京: 高等教育出版社, 1998.

## 反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为；歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：（010）88254396；（010）88258888

传    真：（010）88254397

E-mail:    dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮    编：100036